COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT TRENTE-SIXIÈME.

JANVIER — JUIN 1903.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1903

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1903.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ❊).
POINCARÉ (Jules-Henri) (O. ❊).
PICARD (Charles-Émile) (O. ❊).
APPELL (Paul-Émile) (O. ❊).
PAINLEVÉ (Paul) ❊.
HUMBERT (Marie-Georges) ❊.

SECTION II. — *Mécanique.*

LEVY (Maurice) (O. ❊).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) (O. ❊).
DEPREZ (Marcel) (O. ❊).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (C. ❊).
LÉAUTÉ (Henry) (O. ❊).
SEBERT (Hippolyte) (C. ❊).

SECTION III. — *Astronomie.*

JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. ❊).
LŒWY (Maurice) (C. ❊).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) (O. ❊).
CALLANDREAU (Pierre-Jean-Octave) ❊.
RADAU (Jean-Charles-Rodolphe) ❊.
DESLANDRES (Henri-Alexandre) ❊.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ❊).
GRANDIDIER (Alfred) (O. ❊).
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ❊).
BASSOT (Jean-Léon-Antonin) (C. ❊).
GUYOU (Émile) (O. ❊).
HATT (Philippe-Eugène) (O. ❊).

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Mascart (Éleuthère-Élie-Nicolas) (G. O. ✻).
Lippmann (Gabriel) (C. ✻).
Becquerel (Antoine-Henri) (O. ✻).
Potier (Alfred) (O. ✻).
Violle (Louis-Jules-Gabriel) (O. ✻).
Amagat (Émile-Hilaire) ✻.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Troost (Louis-Joseph) (C. ✻).
Gautier (Émile-Justin-Armand) (O. ✻).
Moissan (Henri) (C. ✻).
Ditte (Alfred) (O. ✻).
Lemoine (Georges) (O. ✻).
Haller (Albin) (O. ✻).

Section VII. — *Minéralogie.*

Fouqué (Ferdinand-André) (O. ✻).
Gaudry (Jean-Albert) (C. ✻).
Bertrand (Marcel-Alexandre) (O. ✻).
Lévy (Auguste-Michel) (O. ✻).
Lapparent (Albert-Auguste de) ✻.
N. . . . .

Section VIII. — *Botanique.*

Van Tieghem (Philippe-Édouard-Léon) (O. ✻).
Bornet (Jean-Baptiste-Édouard) (O. ✻).
Guignard (Jean-Louis-Léon) ✻.
Bonnier (Gaston-Eugène-Marie) ✻.
Prillieux (Édouard-Ernest) (O. ✻).
Zeiller (Charles-René) (O. ✻).

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (C. ✻).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (C. ✻).
DUCLAUX (Pierre-Émile) (C. ✻).
MUNTZ (Charles-Achille) (O. ✻).
ROUX (Pierre-Paul-Émile) (C. ✻).
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

RANVIER (Louis-Antoine) (O. ✻).
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) (O. ✻).
CHATIN (Joannès-Charles-Melchior) ✻.
GIARD (Alfred-Mathieu) ✻.
DELAGE (Marie-Yves) ✻.
BOUVIER (Louis-Eugène).

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

MAREY (Étienne-Jules) (C. ✻).
BOUCHARD (Charles-Jacques) (C. ✻).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (O. ✻).
ARSONVAL (Arsène D') (O. ✻).
LANNELONGUE (Odilon-Marc) (C. ✻).
LAVERAN (Charles-Louis-Alphonse) (O. ✻).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

DARBOUX (Jean-Gaston) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.
BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. C. ✻), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✻).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ✻.
BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (G. O. ✻).
LAUSSEDAT (Aimé) (G. O. ✻).
CARNOT (Marie-Adolphe) (O. ✻).
ROUCHÉ (Eugène) (O. ✻).
PICARD (Alfred-Maurice) (G. C. ✻).
N. . . . .

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

KELVIN (Sir William THOMSON, Lord) à Glasgow (G. O. ✻).
LISTER (Lord), à Londres.
NEWCOMB (Simon) (O. ✻), à Washington.
STOKES (Sir George-Gabriel), à Cambridge.
SUESS (Édouard), à Vienne.
HOOKER (Sir Joseph-Dalton), à Kew.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginus), à Milan.
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (10).

SALMON (George), à Dublin.
SCHWARZ (Hermann-Amandus), à Grünewald, près Berlin.
KLEIN (Félix), à Gœttingue.
CREMONA (Louis), à Rome.
MÉRAY (Hugues-Charles-Robert) (O. ✻), à Dijon.

Messieurs :

ZEUTHEN (Hieronymus-Georg), à Copenhague.
MITTAG-LEFFLER (Magnus-Gustaf), à Stockholm.
LIPSCHITZ (Rudolph-Otto-Sigismond), à Bonn.
DEDEKIND (Julius-Wilhelm-Richard), à Brunswick.
N. . . . .

SECTION II. — *Mécanique* (10).

SIRE (Georges-Étienne) ✻, à Besançon.
CONSIDÈRE (Armand-Gabriel) (O. ✻), à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel), ✻, à Rueil.
GIBBS (J.-Willard), à New-Haven (Connecticut).
BOLTZMANN (Louis), à Vienne.
DWELSHAUVERS-DERY (Victor-Auguste-Ernest) ✻, à Liége.
BAZIN (Henry-Émile) (O. ✻), à Chenôve (Côte-d'Or).
DUHEM (Pierre), à Bordeaux.
ZEUNER (Gustav-Anton), à Dresde.

SECTION III. — *Astronomie* (16).

STRUVE (Otto-Wilhelm) (G. O. ✻), à Carlsruhe.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) (O. ✻), à Marseille.
HALL (Asaph) ✻, à Washington.
LANGLEY (Samuel-Pierpont), à Washington.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
RAYET (Georges-Antoine-Pons) (O. ✻), à Bordeaux.
PERROTIN (Henri-Joseph-Anastase) ✻, à Nice.
BACKLUND (Oskar), à Poulkova.
GILL (David), au Cap de Bonne-Espérance.
BAKHUYZEN (VAN DE SANDE) (O. ✻), à Leyde.
CHRISTIE (William-Henry), à Greenwich (Angleterre).
ANDRÉ (Charles-Louis-François) ✻, à l'Observatoire de Lyon.
BAILLAUD (Édouard-Benjamin) (O. ✻), à l'Observatoire de Toulouse.
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (10).

Messieurs :

TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.

GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (G. C. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.

NANSEN (Fridtjof) (C. ✻), à Bergen (Norvège).

HELMERT (Frédéric-Robert), à Potsdam.

COLIN (le R. P. Édouard-Élie), à Tananarive.

GALLIENI (Joseph-Simon) (G. O. ✻), à Saint-Raphaël (Var).

BIENAYMÉ (Arthur-François-Alphonse), à Toulon.

NORMAND (Jacques-Augustin) (O. ✻), au Havre.

DAVIDSON (George), à San-Francisco.

OUDEMANS (Jean-Abraham-Chrétien), à Utrecht.

SECTION V. — *Physique générale* (10).

CROVA (André-Prosper-Paul) (O. ✻), à Montpellier.

RAYLEIGH (John-William STRUTT, Lord) (O. ✻), à Essex.

BICHAT (Ernest-Adolphe) (O. ✻), à Nancy.

BLONDLOT (René-Prosper) ✻, à Nancy.

HITTORF (Wilhem), à Munster (Prusse).

VAN DER WAALS (Johannes-Diderik), à Amsterdam.

MICHELSON (Albert-A.), à Chicago.

GOUY (Georges-Louis), à Lyon.

N. . . . .

N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (10).

WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.

LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.

REBOUL (Pierre-Edmond) (O. ✻), à Marseille.

BAEYER (Adolf VON), à Munich.

ROSCOÉ (Sir Henry-Enfield) (O. ✻), à Londres.

CANNIZZARO (Stanislas) (O. ✻), à Rome.

RAMSAY (William) (O. ✻), à Londres.

Messieurs :

MENDELEEF (Dmitry-Iwanowitch), à Saint-Pétersbourg.
FISCHER (Émile), à Berlin.
SABATIER (Paul), à Toulouse.

SECTION VII. — *Minéralogie* (10).

GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
GEIKIE (Sir Archibald), à Londres.
RICHTHOFEN (Ferdinand, baron DE), à Berlin.
TSCHERMAK (Gustav), à Vienne.
DEPÉRET (Charles-Jean-Julien), à Lyon.
ROSENBUSCH (Harry), à Heidelberg.
PERON (Pierre-Alphonse) (C. ✻), à Auxerre.
ZITTEL (Karl VON), à Munich.
ŒHLERT (Daniel) ✻, à Laval.
KLEIN (Johann-Friedrich-Carl), à Berlin.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

CLOS (Dominique) ✻, à Toulouse.
SIRODOT (Simon) (O. ✻), à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior) ✻, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
SCHWENDENER (Simon), à Berlin.
PFEFFER (Wilhelm-Friedrich-Philipp), à Leipzig.
STRASBURGER (Édouard), à Bonn.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

LECHARTIER (Georges-Vital) ✻, à Rennes.
HOUZEAU (Auguste) (O. ✻), à Rouen.
ARLOING (Saturnin) (O. ✻), à Lyon.
PAGNOUL (Aimé), à Arras.
GAYON (Léonard-Ulysse), à Bordeaux.

Messieurs :

KUEHN (Julius), à Halle.
WINOGRADSKI (Serge), à Saint-Pétersbourg.
YERMOLOFF (Alexis) (C. ※), à Saint-Pétersbourg.
LAURENT (Émile), à Gembloux.
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

AGASSIZ (Alexandre) (O. ※), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ※, à Sérignan (Vaucluse).
SABATIER (Armand) (O. ※), à Montpellier.
RETZIUS (Gustave), à Stockholm.
BERGH (Ludwig-Rudolph-Sophus), à Copenhague.
LANKESTER (Edwin-Ray), à Londres.
LORTET (Louis) (O. ※), à Lyon.
MAUPAS (Émile-François), à Alger.
VAN BENEDEN (Édouard), à Liége.
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (10).

LÉPINE (Jacques-Raphaël) (O. ※), à Lyon.
HERRGOTT (François-Joseph) (O. ※), à Nancy.
ENGELMANN (Théodor-Wilhelm), à Berlin.
LEYDEN (Ernst VON), à Berlin.
MOSSO (Angelo), à Turin.
BURDON-SANDERSON (Sir John), à Oxford.
ZAMBACO (Démétrius-Alexandre) (O. ※), à Constantinople.
CZERNY (Vincent-Joseph), à Heidelberg.
N. . . . .
N. . . . .

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JANVIER 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

M. **Bouquet de la Grye**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1902.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1903.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXXXII (1er semestre 1901) et le Tome CXXXIII (2e semestre 1901) ont paru avec leurs Tables.

Les numéros de l'année 1902 ont été mis en distribution, chaque semaine, avec la régularité habituelle.

Mémoires des Savants étrangers. — Le Tome XXXII a été mis en distribution au mois de janvier 1902.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1902.

Membres décédés.

Section d'Astronomie : M. **Faye**, le 4 juillet.
Section de Physique générale : M. **Cornu**, le 12 avril.
Section de Minéralogie : M. **Hautefeuille**, le 8 décembre.
Section d'Économie rurale : M. **Dehérain**, le 7 décembre.
Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Filhol**, le 28 avril.

Académicien libre décédé.

M. **Damour**, le 22 septembre.

Associé étranger décédé.

M. **Virchow**, à Berlin, le 5 septembre.

Membres élus.

Section d'Astronomie : M. **Deslandres**, le 1er décembre, en remplacement de M. Faye, décédé.
Section de Physique générale : M. **Amagat**, le 9 juin, en remplacement de M. Cornu, décédé.
Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Bouvier**, le 7 juillet, en remplacement de M. Filhol, décédé.

Académicien libre élu.

M. **Alfred Picard**, le 3 février, en remplacement de M. Fauque de Jonquière, décédé.

Associé étranger élu.

M. **Schiaparelli**, à Milan, le 30 juin, en remplacement de M. Nordenskiöld, décédé.

Membres à remplacer.

Section de Minéralogie : M. **Hautefeuille**, décédé.
Section d'Économie rurale : M. **Dehérain**, décédé.

Académicien libre à remplacer.

M. **Damour**, décédé.

Associé étranger à remplacer.

M. **Virchow**, à Berlin, décédé.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1902.

Correspondants décédés.

Section de Géométrie : M. **Fuchs**, à Berlin, le 26 avril.
Section de Botanique : M. **Millardet**, à Bordeaux, le 14 décembre.

Correspondants élus.

Section d'Astronomie : M. **Charles André**, à Lyon, le 17 février, en remplacement de M. Gould, décédé; M. **Baillaud**, à Toulouse, le 24 février, en remplacement de M. Souillart, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Kuehn**, à Halle, le 3 mars, en remplacement de M. le marquis Menabrea, décédé; M. **Winogradsky**, à Saint-Pétersbourg, le 10 mars, en remplacement de M. Demontzey, décédé; M. **Yermoloff**, à Saint-Pétersbourg, le 17 mars, en remplacement de Sir John Bennet Lawes, décédé; M. **Émile Laurent**, à Gembloux (Belgique), le 3 juin, en remplacement de M. Marès, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section de Géométrie : M. **Fuchs**, à Berlin, décédé le 26 avril 1902.

Section d'Astronomie : M. **Schiaparelli**, à Milan, élu Associé étranger le 30 juin 1902.

Section de Physique générale : M. **Rowland**, à Baltimore, décédé le 16 avril 1901; M. **Amagat**, élu Membre titulaire le 9 juin 1902.

Section de Botanique : M. **Aghard**, à Lund, décédé le 17 janvier 1901; M. **Millardet**, à Bordeaux, décédé le 14 décembre 1902.

Section d'Économie rurale : Sir **Joseph Gilbert**, à Rothamsted, Saint-Albans-Station, décédé le 23 décembre 1901.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Kowalevsky**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 22 novembre 1901.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Ollier**, à Lyon, décédé le 26 novembre 1900; M. **Laveran**, à Lille, élu Membre titulaire le 20 mai 1901.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *A propos de la composition des gaz des fumerolles du mont Pelé. — Remarques sur l'origine des phénomènes volcaniques.* Note de M. **Armand Gautier** [1].

« Les gaz volcaniques des fumerolles du mont Pelé, recueillis par M. Lacroix, à la Martinique, et analysés par M. Moissan [2], si l'on fait abstraction de la vapeur d'eau et de l'air mélangé calculé d'après l'oxygène, présentaient la composition centésimale suivante :

Hydrogène sulfuré	néant
Acide carbonique	44,2
Azote.....................	10,2
Argon	2,0
Oxyde de carbone..........	4,6
Méthane	15,7
Hydrogène	23,3
Acétylène	néant
Hydrocarbures éthyléniques ..	néant

» Il est intéressant de remarquer que, aux proportions près (souvent assez variables pour les fumerolles d'un même volcan), cette composition répond, point par point, à celle des gaz que j'ai obtenus en chauffant dans le vide les roches cristalloïdes des terrains primitifs (granits, porphyres, ophites, lherzolithes, etc.) à la température du rouge naissant [3]. J'ai trouvé que ces diverses roches donnaient dans ces conditions, outre une

---

(1) Cette Note a été présentée dans la séance du 29 décembre 1902.

(2) *Comptes rendus,* t. CXXXV, p. 1085.

(3) *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 61.

proportion très notable d'eau, de 6 à 16 fois leur volume de gaz répondant à la composition suivante :

	Granit (de Vire).	Porphyre (de l'Esterel).	Ophite (de Villefranque).
Hydrogène sulfuré	trace	0,00	0,45
Acide carbonique	14,80	59,25	35,71
Azote (riche en argon) (1)	0,83	2,10	0,68
Oxyde de carbone	4,93	4,20	4,85
Méthane	2,24	2,53	1,99
Hydrogène	77,30	31,09	56,29
Acétylène et hydrocarbures éthyléniques.	néant	néant	néant

» Les divers savants qui ont fait l'examen des cendres, *lapilli* et bombes projetées par le volcan du mont Pelé, ont établi que ces déjections sont surtout formées d'une andésite riche en hypersthène, c'est-à-dire en inclusions où domine un silicate ferrosomagnésien. Or, j'ai montré que, chaque fois que les roches silicatées riches en sels ferreux sont soumises à l'action de la chaleur, elles s'altèrent et donnent lieu aux phénomènes suivants :

» 1° Une perte notable d'eau, qui se volatilise surtout au rouge. Le granit porphyrisé et séché à 250°, perd, surtout aux environs de 500° à 600°, 7 à 8 grammes d'eau par kilogramme; le porphyre 12g, l'ophyte 15g, la lherzolite 16g,8, le trachyte de 1 à 4 grammes (2).

» 2° En se dégageant de ses combinaisons cristallines à température élevée, cette eau agit sur les silicates ferreux de la roche (péridot, hypersthène, pyroxène, biotite, augite, etc.) et les fait passer à l'état de silicates ferriques ou ferrosoferriques, tandis que de l'hydrogène libre se produit en abondance aux dépens de l'eau ainsi décomposée (3). Je l'ai directement établi aussi bien pour les minéraux silicatés naturels que pour les silicates, carbonates, sulfures, etc. ferreux artificiels.

» 3° En agissant, même avant le rouge, soit sur la sidérose naturelle massive, soit sur les carbonates ferreux ou manganésiens souvent inclus en faible proportion, comme je m'en suis directement assuré, dans les

(1) Argon variant du $\frac{1}{40}$ au $\frac{1}{100}$ du volume de l'azote.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 60. Cette eau se dégage, de la roche porphyrisée, seulement au-dessus de 300°. Une beaucoup moindre quantité se volatilise avant cette température.

(3) Bunsen avait déjà pressenti que telle était la cause des dégagements d'hydrogène qu'il observa le premier dans les fumerolles des volcans de l'Islande, mais il ne s'expliqua pas l'origine de cette eau (voir *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXXVIII, p. 248 et 267).

roches des terrains primitifs ([1]), la vapeur d'eau dégage, en même temps que de l'hydrogène, de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone. Avec la sidérose de Ria, j'ai obtenu, même avant le rouge, des gaz contenant jusqu'à 36 pour 100 d'oxyde de carbone.

» 4° La décomposition par la vapeur d'eau au rouge des sulfosilicates et sulfures (particulièrement du sulfure de fer) inclus dans ces roches en faible proportion donne naissance à l'hydrogène sulfuré ([2]).

» 5° L'azote, l'ammoniaque, l'argon et très probablement l'hélium ([3]) existant dans les gaz extraits au rouge des roches cristalliniennes les plus variées, proviennent surtout de la décomposition des azotures et, sans doute, argonures et héliures inclus dans ces roches. Je l'ai directement démontré pour les azotures ([4]).

» 6° Enfin, nous savons aujourd'hui que le gaz méthane et les traces de pétrolènes que l'on extrait de ces roches au rouge, et que l'on trouve aussi dans les émanations volcaniques, proviennent de la décomposition par la vapeur d'eau de certains carbures métalliques, et particulièrement de carbures de fer (Cloez, Mendeleef, Moissan), et peut-être d'aluminium paraissant contenus en faible proportion dans les roches primitives.

» Je ne parle pas ici de l'acide chlorhydrique, etc., provenant, comme on l'a depuis longtemps établi, de la décomposition par la vapeur d'eau surchauffée des chlorures contenus dans les roches anciennes.

» Appliquée aux granits, porphyres et roches analogues, une chaleur de 500° à 600° suffit donc pour mettre en liberté leur eau de constitution qui, agissant à cette température sur les matériaux de ces roches, et en particulier sur leurs sels ferreux, en dégage un ensemble de gaz riches en hydrogène, accompagné d'hydrogène sulfuré, d'acide carbonique, d'oxyde de carbone, d'azote, d'argon, etc., en un mot les gaz mêmes que l'on a signalés dans la plupart des éruptions volcaniques ([5]).

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 189 et 194.

(2) *Ibid.*, p. 191 et 740.

(3) Ces deux derniers, d'après l'examen de M. Deslandres.

(4) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 932. J'ai trouvé dans ces roches divers azotures de fer. Il paraît très probable que des argonures, héliures, etc., formés autrefois sous des pressions énormes, doivent les accompagner. Ces azotures, argonures, etc. varient du reste beaucoup suivant les roches et les localités.

(5) Voir *Santorin et ses éruptions*, par M. Fouqué, p. 226. Dans les fumerolles produites au contact de laves incandescentes, dans les volcans sous-marins par exemple, on peut trouver aussi de l'oxygène coexistant avec de l'hydrogène provenant de la dissociation de l'eau.

» Or, dans les parties profondes du sol, ce réchauffement des strates rocheuses se produit lorsque, par le tassement, l'effondrement ou la fracture des couches sous-jacentes, cédant à la pesée toujours croissante des dépôts sédimentaires de la surface ou à la pression que provoque le retrait dû au refroidissement terrestre, un nouvel équilibre tend à s'établir. Chaque fois qu'une assise des roches primitives vient alors à se réchauffer vers le rouge, soit par injection à travers ses failles de la matière incandescente interne poussée par la pression latérale des voussoirs qui la force à remonter à travers les voies de moindre résistance, soit par enfoncement ou tassement dans la masse encore fondue de couches déjà solidifiées cédant à la pression irrégulière des dépôts qui se forment au-dessus, il résulte nécessairement de cette pénétration réciproque, en même temps que le réchauffement de ces zones rocheuses, les dégagements d'eau et de gaz dont nous venons de montrer l'origine. En un mot, le réchauffement vers le rouge des roches cristalliniennes ferrugineuses profondes où s'injecte la lave est nécessairement accompagné d'un dégagement de gaz combustibles ayant tous les caractères de composition, d'origine et, comme on va le voir, de grandeur, qui s'observent dans les éruptions volcaniques.

» Calculons, en effet, pour le granit, par exemple, les quantités de vapeur d'eau et de gaz qui se produiraient si un kilomètre cube de cette roche était porté à 500° ou 600°. Un cube de 1 kilomètre de côté n'est, en somme, qu'une masse bien petite dans l'immense volume des couches terrestres, ou vis-à-vis du cubage des Alpes, ou simplement comparé à quelques-uns des effondrements historiques, tels que celui du Grand Runn, près du golfe de Cutch, dans l'Inde, qui, en 1819, engloutit dans la mer un volume d'environ 15 kilomètres cubes.

» D'après mes expériences, 1 kilogramme de granit porté au rouge donne 10^{g} d'eau, dont 7^{g} à 8^{g} vers le rouge, et un volume de gaz égal à 6 à 7 fois celui de la roche. 1 mètre cube de granit pesant 2664^{kg} donnera donc $26^{kg},640$ d'eau, et 1 kilomètre cube en fournira 26 640 000 tonnes, ou plus de 26 millions de mètres cubes.

» En même temps il se fera (toujours d'après les nombres résultant de mes observations) $6,7 \times 1\,000\,000\,000$ ou près de 7 milliards de mètres cubes de gaz calculés à 15°, gaz presque tous combustibles, dont il faut tripler le volume à la température du rouge à laquelle ils sont produits (1).

(1) 1 litre de vapeur d'eau calculé à 0° et porté à 1000° occupe $3^{l},66$; 1 cent. cube d'eau à 1000° produit $4^{l},542$ de vapeur.

On peut juger par ces nombres des pressions formidables dues à ces réactions provoquées par le simple réchauffement des roches profondes.

» Ces gaz originaires de la décomposition de la vapeur d'eau par les silicates ferreux en particulier, contiennent en moyenne, d'après mes analyses, dans le cas du granit, 79 pour 100 d'hydrogène. 1 mètre cube en contiendra donc 790 litres. On voit, par le calcul ci-dessus, que les gaz formés par le seul réchauffement de 1 kilomètre cube de granit contiendront 5 293 millions de mètres cubes d'hydrogène, qui, en brûlant à l'air, donneront le même volume de vapeur d'eau. Cette vapeur pesant $0^g,806$ par litre, il se fera encore, de ce chef, 4 266 000 tonnes d'eau.

» Par le seul réchauffement au rouge-naissant de cette quantité de roche granitique (et c'est le granit qui émet le moins de gaz et d'eau) il devra donc se produire, partie à l'état de vapeur sortant directement des entrailles du sol, partie à l'état d'hydrogène brûlant à l'air, 31 millions environ de tonnes d'eau.

» C'est la masse d'eau qui coule en 12 heures à Paris, dans le lit de la Seine, avec le débit moyen de 694 mètres cubes *à la seconde*.

» On voit que pour expliquer l'origine de l'eau des volcans, la nature des gaz qu'ils rejettent, et la violence des phénomènes éruptifs, il n'est nécessaire, ni de faire intervenir la pénétration des eaux de la mer jusqu'au feu central, ni d'invoquer les réactions internes qui peuvent encore s'y produire, réactions fort hypothétiques, car elles ont probablement atteint leur état d'équilibre définitif depuis les millions d'années que les matériaux terrestres sont portés à l'incandescence. Mais il suffit, pour qu'il se produise ces éruptions gazeuses d'eau et de gaz combustibles caractérisant les volcans, que les dépôts de roches sédimentaires, toujours décroissants sur les continents et croissants sur le fond des mers, se répartissent inégalement à la surface du Globe et que les formes internes se modifient elles-mêmes lentement ou brusquement sous l'effet de ces pressions, pour que les strates profondes se réchauffent de quelques centaines de degrés au contact des parties centrales encore fondues qui pénètrent à travers toutes leurs fissures. Le dégagement des gaz volcaniques avec leur composition et leur pression formidable sera la conséquence nécessaire de ce simple réchauffement. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvel examen des objections de M. A.* Leduc *relatives à la proportion d'hydrogène aérien*; par M. **Armand Gautier**.

« Des densités des gaz de l'air et de l'air lui-même, M. Leduc a essayé de déduire la composition de l'air en poids ([1]), mais il veut en même temps démontrer que ses calculs ne s'accordent pas avec l'existence dans l'atmosphère des $\frac{19}{100000}$ d'hydrogène libre que j'y ai trouvé.

» Acceptant les densités des gaz de l'air données par M. A. Leduc lui-même, j'ai démontré l'erreur de son raisonnement ([2]) :

» En effet, dans les deux équations (1) et (2) d'où il part (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 860 et 861), il y a confusion sous le même symbole d' (densité de l'azote) de deux valeurs différentes :

» Dans l'équation (1), d' représente la densité expérimentale de l'azote atmosphérique tel qu'on le prépare en faisant passer l'oxygène de l'air sur le cuivre au rouge.

» Dans l'équation (2), d' représente la densité de cet azote telle qu'on l'eût trouvée s'il eût été privé de ses impuretés combustibles, et spécialement de la fraction ε d'hydrogène qui l'accompagne dans l'air, fraction ε, que M. Leduc fait intervenir dans cette même équation (2).

» M. Leduc se trompe en admettant que ces deux d' se confondent, parce que l'air qui lui a servi à préparer l'azote dont il a pris la densité, passait, avant d'être recueilli, sur une colonne de *dix centimètres* d'oxyde de cuivre au rouge.

» J'ai établi ([3]), au contraire, que lorsque l'air circule lentement sur cet oxyde, même sur une longueur de *trente centimètres d'oxyde de cuivre porté au rouge vif*, une partie très notable de l'hydrogène et du méthane qu'il contient échappent à la combustion grâce à leur extrême dilution. Dans la préparation de l'azote atmosphérique par le cuivre au rouge, telle que la décrit M. Leduc, une grande partie des gaz combustibles de l'air passe donc avec l'azote et en diminue la vraie densité δ.

» Quant à la persistance, en quantité pondérable, d'hydrogène occlus ou combiné dans du cuivre réduit sur lequel on a fait circuler préalable-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 860.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 1026 et 1028.
([3]) *Ann. Chim. Phys.*, 7e série, t. XXII; p. 34, 36 et 41.

ment au rouge plusieurs litres d'air, je pense que les chimistes ne l'admettront pas sans preuves péremptoires. »

TOPOGRAPHIE. — *De l'emploi du stéréoscope en Topographie et en Astronomie.* Note de M. le Colonel LAUSSEDAT.

« J'ai eu déjà souvent l'occasion d'entretenir l'Académie des travaux topographiques entrepris aujourd'hui dans la plupart des pays civilisés, à l'aide de la Photographie. Sans parler de nos premiers essais fort anciens, j'ai apporté ici, assez récemment, plusieurs spécimens des belles cartes exécutées au Canada et, en dernier lieu, une réduction au $\frac{1}{144000}$ du tracé de la partie du chemin de fer transsibérien comprise entre le lac Baïkal et la frontière de Chine, tracé dont les études ont été faites exclusivement à l'aide de la Photographie, par l'ingénieur russe M. Thilé.

» Je mets aujourd'hui sous les yeux de l'Académie plusieurs feuilles de la carte à $\frac{1}{200000}$ de l'empire autrichien que M. le Colonel Baron von Hübl, chef du groupe technique de l'Institut militaire géographique de Vienne, a bien voulu m'adresser, en y faisant teinter en rose les parties qui ont été exécutées par la méthode photogrammétrique. La surface totale du terrain levé jusqu'à présent par cette méthode ne comprend pas moins de 2000^{km^2}, et M. le Colonel von Hübl se félicite beaucoup de la rapidité et de l'exactitude des résultats ainsi obtenus dans des régions qui seraient souvent difficiles à explorer si l'on s'en tenait aux anciennes méthodes.

» Ce savant officier a exécuté lui-même le lever du glacier de Karlseisfeldes, dans le Salzkammergut, d'une superficie de 600^{ha} environ. Je vous présente la belle carte de ce glacier dessinée à l'échelle de $\frac{1}{10000}$ avec des courbes de niveau de 25^m en 25^m accompagnée, à titre de spécimens, de trois des douze photographies qui ont suffi à sa construction, et j'ajoute que la *précision absolue* de ce travail ne saurait être mise en doute, car l'auteur a vérifié l'identité des points reconnus sur les vues que l'on combine deux à deux, en les soumettant au *criterium* du Dr Hauck, de Charlottenburg, et ceux qui en voudraient prendre la peine pourraient en faire autant en présence des photographies.

» Ce préambule n'était peut-être pas inutile pour faire apprécier le degré de perfectionnement auquel on est déjà parvenu avec la méthode ordinaire qui suppose des stations suffisamment éloignées les unes des autres pour que les lignes de visée projetées sur le plan se rencontrent sous des angles

convenables. Mais cette condition n'est plus aussi indispensable à remplir à présent dans tous les cas, grâce, d'une part, à la perfection et à la finesse des images photographiques et, de l'autre, aux propriétés de la stéréoscopie.

» Nous avions bien déjà songé nous-même, en traçant les courbes de niveau sur nos plans, à recourir à la stéréoscopie pour mieux nous rendre compte des formes du terrain; mais on est allé bien plus loin dans ces derniers temps en développant et en mettant à profit une idée très simple de Helmholtz.

» L'illustre physicien avait en effet imaginé un instrument qu'il appelait *téléstéréoscope* et qui a donné naissance à plusieurs autres au nombre desquels nous signalerons d'abord le *télémètre stéréoscopique*, habilement construit à Iéna sous la direction de M. le Dr Pulfrich. Ce télémètre est composé essentiellement de deux lunettes, deux fois coudées chacune, aux foyers desquelles sont disposées des séries de points, tracés de manière à constituer stéréoscopiquement une échelle d'éloignement.

» En dirigeant l'appareil sur un objet du paysage et en amenant l'échelle sur l'image de cet objet, on lit immédiatement la distance.

» Malgré l'intérêt que présente cet instrument, je ne m'y arrêterai pas ici et je me contenterai même de faire remarquer que, sans parler du grossissement des lunettes, leur écartement comparé à celui des yeux de l'observateur suffirait pour accroître beaucoup les effets du relief produits habituellement par la vision binoculaire simple. On estime en effet seulement à 450^m environ la distance des objets qui, dans un paysage, se détachent encore sur le fond du tableau plan que semblent former ceux qui sont plus éloignés. Cette distance correspond à une parallaxe angulaire d'une demi-minute, l'écartement des yeux pris pour base étant de $0^m,065$ en moyenne.

» Si l'on agrandit artificiellement cette base, la distance des objets vus en relief croîtra elle-même proportionnellement.

» Au lieu des miroirs ou des lunettes disposés à droite et à gauche de l'observateur dans le téléstéréoscope ou dans le télémètre stéréoscopique dont l'écartement ne procurait encore qu'une base relativement petite, on a photographié le paysage de deux stations dont la distance est encore très réduite, si on la compare aux côtés d'une triangulation, mais qui peut être de plusieurs mètres ou dizaines de mètres et, dans certains cas même, atteindre et dépasser 100^m.

» Les deux photographies rapprochées l'une de l'autre et placées dans

un stéréoscope donnent aussitôt une sensation du relief du terrain et de tout ce qui le recouvre tel qu'il est permis d'en comparer l'effet à celui que produirait la vue d'un modèle solide exécuté à une petite échelle dont le rapport est celui de l'écartement des yeux à la distance des deux stations, c'est-à-dire à la longueur de la base artificielle.

» Il y aurait ici deux réserves à faire. La première, c'est qu'à mesure que cette base augmente, si l'on voit en relief des objets de plus en plus éloignés, ceux qui sont rapprochés deviennent moins nets, l'accommodation de la vue et l'angle de convergence des axes des deux yeux ne pouvant pas sans peine varier à la fois. Il y a, par suite, deux limites entre lesquelles se trouve compris notre modèle en relief : un premier plan de front dont la distance à l'observateur dépend de la grandeur de la base et celui que nous avons déjà appelé le *fond du tableau* ([1]). L'autre réserve se rapporte au défaut d'aptitude, à voir en relief dans un stéréoscope, dont sont affectées beaucoup de personnes.

» M. le Dr Pulfrich a construit, pour constater ce défaut, un très ingénieux *tableau d'épreuves* qui est déjà entre les mains de beaucoup d'oculistes.

» Ces sortes de modèles en relief que donnent les vues stéréoscopiques prises aux extrémités d'une base convenable ont suggéré à plusieurs personnes l'idée de les employer à la construction immédiate des plans topographiques et à celle des courbes de niveau.

» Il y a déjà plusieurs années que deux savants allemands, le Dr Stolze et Mach, y avaient songé; mais plus récemment, en France, M. Cazes, Répétiteur général au lycée Saint-Louis, M. le Dr Pulfrich, à Jéna, M. Fourcade, du Service forestier au cap de Bonne-Espérance, enfin l'Arpenteur général du Canada, M. E. Deville, ont donné de cet intéressant problème, et indépendamment les uns des autres, plusieurs solutions ingénieuses.

» Je ne pourrais pas entrer ici dans tous les détails nécessaires à la description des appareils, les uns réalisés, les autres encore en projet, destinés à atteindre le but; je me bornerai donc à mettre sous les yeux de l'Académie quelques figures qui représentent deux types principaux de ces appareils.

([1]) C'est l'espace compris entre ces deux plans que M. L. Cazes a désigné sous le nom de *relief total* (L. Cazes, *Stéréoscopie de précision*. Paris, Ph. Pellin, éditeur, 1895). D'après le même auteur, le plan de front se trouve à environ cinq fois la longueur de la base.

» Le premier, de M. le Dr Pulfrich, désigné sous le nom de *stéréocomparateur,* comprend, indépendamment d'un stéréoscope à miroirs pour l'examen d'ensemble du paysage, un microscope redresseur binoculaire dont la disposition rappelle celle du télémètre stéréoscopique qui sert à mesurer micrométriquement les trois coordonnées des objets : hauteur, largeur et distance, par la parallaxe. Les positions des points à relever et à rapporter sur le plan et leurs cotes se déterminent ensuite par le calcul.

» Le second appareil métrostéréoscopique, celui de M. E. Deville, est un stéréoscope de Wheatstone accompagné d'un traceur qui se compose d'un écran percé d'un trou produisant l'effet d'un point lumineux ou d'un repère mobile. L'opérateur peut déplacer cet écran ou plutôt le repère en le maintenant en contact avec la surface du modèle en relief *virtuel* du paysage formé par le stéréoscope. A l'aplomb du trou correspond la pointe d'un crayon qui suit et trace toutes les sinuosités de ce contact et, moyennant certaines conditions de réglage, ces sinuosités deviennent les courbes de niveau du modèle, c'est-à-dire celles du terrain, à l'échelle déterminée comme nous l'avons dit.

» L'appareil proposé par M. Fourcade est tout à fait analogue au stéréocomparateur et les conditions de son emploi sont les mêmes.

» Celui de M. Cazes est encore à l'étude, mais l'auteur, d'après les essais qu'il a déjà faits, « compte obtenir une précision de même ordre » que celle que l'on obtient par la méthode habituelle des intersec» tions ».

» Enfin, sous le nom de *stéréoplanigraphe*, M. le Dr Pulfrich étudie aussi, en ce moment même, un instrument du genre de celui de M. E. Deville qui permettra, pense-t-il, d'éviter certains inconvénients que lui semble présenter ce dernier. J'ai reçu hier du Dr Pulfrich un croquis de cet instrument et les premiers essais de courbes tracées, à l'aide d'un stéréoplanigraphe improvisé, d'après deux vues prises en pays de montagnes et, sans les avoir autrement étudiés, j'ai apporté ici ces documents pour montrer avec quelle persévérance on poursuit partout la solution d'une question dont l'intérêt ne saurait, en effet, échapper à personne.

» Je crois devoir les signaler particulièrement à l'attention des explorateurs, des géologues, des aéronautes, des topographes et même à celle des hydrographes, la longueur des bâtiments devenant plus que suffisante pour permettre d'y installer deux appareils identiques qui fonctionneraient instantanément et simultanément à l'aide d'un déclenchement électrique.

» Je ne crois pas me tromper en supposant qu'un système de ce genre

serait appelé à rendre les plus grands services dans la reconnaissance des côtes et je crois savoir qu'on s'en préoccupe dans d'autres marines.

» Je devrais peut-être encore signaler les services déjà rendus par la *téléphotographie* qui permet d'effectuer des reconnaissances à de très grandes distances, même par-dessus les frontières, pour faire prévoir ceux que l'association du téléobjectif et de la stéréoscopie ne tarderont pas à rendre. Mais, faute de temps, je me contenterai de mettre sous vos yeux, dans le stéréoscope, deux vues de la ville de Nancy prises avec un appareil très portatif de M. H. Bellieni, d'un point assez éloigné et de deux stations au contraire très voisines, à 10^{m} l'une de l'autre, et j'espère que cet exemple snffira.

» J'aurai terminé ce qui concerne l'application de la stéréoscopie au lever des plans quand j'aurai dit que les deux photographies destinées à être combinées doivent être prises, soit avec le même objectif, soit avec des objectifs de même distance focale et dans un même plan passant par la droite qui unit les deux stations.

» Les instruments destinés à de telles opérations et désignés sous le nom de *photothéodolites* doivent, pour satisfaire à la seconde condition, être munis d'une lunette donnant une ligne de visée perpendiculaire à la direction de l'axe optique de l'objectif.

» L'habile constructeur parisien, M. Mailhat, a exécuté, d'après mes indications, un modèle destiné aux explorateurs, qui se prête à ce rôle et qui est d'ailleurs muni de tous les organes optiques nécessaires à la détermination des positions géographiques, soit par les méthodes ordinaires, soit en recourant à la photographie des astres auxquels on doit s'adresser.

» En arrivant aux applications de la stéréoscopie à l'Astronomie, je dois être plus bref parce que je suis certain que plusieurs de nos confrères seraient en état de fournir des renseignements beaucoup plus étendus que ceux dont je dispose. Je n'ai pas moins cru devoir apporter ici d'abord deux images de la Lune, à peu près à la même phase, mais dont l'aspect est sensiblement modifié par la libration. En plaçant ces images dans le stéréoscope (comme l'avait déjà fait, il y a une quarantaine d'années, Warren de la Rue avec deux images analogues) on a la sensation de la rondeur de la surface de notre satellite et il est facile de se rendre compte que c'est comme si les deux images avaient été prises simultanément de deux points de l'espace éloignés de 30000^{km} environ, ce qui constitue déjà une assez jolie base.

» Mais on peut s'en donner de plus grandes encore et je vous présente

deux épreuves photographiques négatives de la région céleste qu'occupait Saturne en juin 1899, obtenues le 9 et le 10 de ce mois, lesquelles, étant placées dans le stéréoscope, montrent nettement cette planète et deux de ses satellites en avant du fond du tableau formé par les étoiles. Dans ce cas la base correspondant au déplacement de la Terre dans son orbite n'est pas de moins de 2500000^{km}.

» C'est sur ces épreuves que M. le Dr Pulfrich, qui les tenait du professeur Wolf, de Heidelberg, a découvert avec son stéréocomparateur une très petite planète, dont l'éclat correspondait à celui d'une étoile de 12e-13e grandeur et avait échappé à l'examen monoculaire.

» Avec ce même instrument, dont les microscopes ont un grossissement de quatre à cinq fois, M. le Dr Pulfrich, après s'être rendu compte du degré de précision avec lequel il déterminait les parallaxes, a entrepris de tracer, sur la partie éclairée de la surface de la Lune, des épreuves de MM. Lœwy et Puiseux, des courbes de même parallaxe, c'est-à-dire de même distance apparente.

» Sur l'une des deux figures qu'a bien voulu m'envoyer l'auteur et que je mets sous les yeux de l'Académie, on voit ces courbes, ondulées par les accidents de la surface lunaire, tracées autour du point le plus rapproché de l'observateur aux distances successives d'abord de 20^{km} en 20^{km}, puis de 100^{km} en 100^{km} jusqu'à 1000^{km} et un peu au delà. La seconde figure donne à une plus grande échelle le détail de la courbe cotée 200^{km}.

» Je m'arrête, ne voulant pas suivre M. le Dr Pulfrich dans ses prévisions tendant à la détermination des parallaxes des étoiles les plus voisines par la Photographie, en employant, non seulement, la base de près d'un milliard de kilomètres formée par le diamètre de notre orbite, mais en recourant au temps, par dizaines d'années ou même par siècles pour mettre à profit le déplacement de notre système dans l'espace. »

M. **Eug. Rouché**, en présentant à l'Académie le deuxième Volume de l'*Analyse infinitésimale*, publiée en collaboration avec M. *Lucien Lévy*, s'exprime en ces termes :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le second Volume de cet Ouvrage, qui concerne les intégrales définies, les équations différentielles et le calcul des variations. Comme le premier, il s'adresse surtout aux ingénieurs; il présente même un caractère pratique plus accentué, vu le nombre plus considérable des applications qu'il renferme.

» Nous sommes heureux de remercier ici notre éminent collègue M. Émile Picard, qui a bien voulu résumer, spécialement pour notre Ouvrage, ses beaux travaux sur les méthodes d'approximation relatives aux équations différentielles. Ce sujet est bien propre à intéresser les ingénieurs; il est même assurément peu de recherches qui puissent leur être plus utiles. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de M. *C. Guidi*, portant pour titre : « L'arco elastico senza cerniere ». (Présenté par M. Maurice Lévy.)

MM. **Bordas**, **Berthaut**, **Delpeuch**, **de Sinéty** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques faits d'endomorphisme observés dans les ruines de Saint-Pierre (Martinique).* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Michel Lévy.

« Dans une Note antérieure, j'ai signalé à l'Académie des phénomènes de fusion, suivis ou non de recristallisation, que j'ai observés à Saint-Pierre sur les matériaux de construction des maisons incendiées lors de la catastrophe du 8 mai.

» Je m'occuperai, dans cette Note, de véritables phénomènes de métamorphisme endomorphe qui se sont produits sous l'influence des mêmes causes. Je les ai particulièrement rencontrés dans les ruines de la maison d'un marchand de fer de la ville; cette maison s'est effondrée sur place, ensevelissant sous ses décombres une grande quantité d'objets de fer et de matériaux combustibles de nature variée; 8 jours après le sinistre, les ruines fumaient encore.

» Des travaux, effectués pour rechercher ce qui pourrait être sauvé, ont mis à découvert une masse rocheuse compacte, occupant la place de l'ancien magasin; elle est constituée par une roche silicatée noire, empâtant des chaînes, des grilles, des barres, des fils, des amas de clous, des étaux et de nombreux autres objets de fer. Ils ne sont pas fondus, mais plus ou moins complètement transformés en oxyde noir, cristallin qui a

conservé leurs formes. Là où la roche silicatée n'est pas continue, elle contient des stalactites dans toutes les cavités et particulièrement à travers ou le long des chaînes. Sur les bords de ce culot ferrugineux se trouvent des pierres de construction plus ou moins fondues.

» Cette roche noire est formée par un mélange de fayalite et de magnétite avec quelquefois un peu de verre. La fayalite est toujours cristallisée, parfois grenue, plus souvent cristallitique ou même chondritique. Elle s'isole en beaux cristaux dans les cavités et elle présente alors la forme habituelle de la fayalite des opérations métallurgiques ($p, m, g^3, g^1, h^1, e^1, e^{\frac{1}{2}}, a^1$). La magnétite est disséminée au milieu d'elle en octaèdres nets, en cristallites grillagés ou en grains. Cette magnétite constitue aussi des masses grenues, tout à fait pures, atteignant la grosseur de la tête et ne se distinguant pas d'un échantillon de magnétite de Suède. Des octaèdres à faces évidées se trouvent parfois dans les cavités de ces roches.

» Quant aux blocs d'andésite constituant les murs de la maison, ils ont été rendus assez pâteux par la chaleur pour s'écouler à la surface d'une chaîne, comme dans l'échantillon dont la photographie est jointe à cette Note. Dans d'autres cas, ces blocs se sont simplement affaissés sur eux-mêmes et ont été assez plastiques pour que les objets métalliques en contact aient pu s'y enfoncer profondément.

» L'examen microscopique fait voir qu'il ne reste plus comme éléments anciens de la roche que des feldspaths et des pyroxènes arrondis par la fusion et entraînés dans un verre fluidal brunâtre, hétérogène.

» Au voisinage des objets en fer, on voit apparaître des cristaux de magnétite, de fayalite, mélangés avec de longs cristaux de labrador et d'andésine; par leur mélange, ils offrent tous les types possibles des structures microlitique, intersertale, ophitique, chondritique. A mesure que l'on s'éloigne de l'andésite, la proportion de feldspath diminue jusqu'à devenir nulle; il reste parfois aussi un résidu vitreux toujours riche en magnétite.

» Dans quelques cas, la fayalite est accompagnée ou remplacée par un pyroxène vert foncé pléochroïque (babingtonite?), formant avec les feldspaths des groupements cristallitiques ou chondritiques.

» L'explication du mécanisme de la production de ces divers minéraux paraît assez simple : sous l'action de la chaleur, au contact de l'air, les objets de fer se sont oxydés, et la magnétite formée a pu ainsi se dissoudre dans l'andésite ramollie. Cette dissolution s'est produite d'une façon com-

plète sur toutes les surfaces de contact. La facile fusibilité de la roche basique ainsi produite a permis son écoulement, les tassements consécutifs ont facilité ensuite de nouveaux contacts. J'ai recueilli des échantillons dans lesquels une grosse bulle s'est produite entre l'andésite et la roche néogène; on y voit à la surface de l'andésite ses feldspaths décapés en saillie entourés par de jolis cristaux de fayalite recouvrant le verre de la roche volcanique.

» La production de la fayalite, partout où les objets de fer se sont trouvés au contact de matières silicatées ramollies par l'incendie (pierres de construction, mortier, cendre de l'éruption actuelle, etc.), a été très générale. Elle se complique parfois de réactions secondaires; c'est ainsi que j'ai observé un amas de pipes en terre enchevêtrées, soudées les unes aux autres et cimentées par places par une matière noire, scoriacée, ayant coulé à leur surface et englobant de nombreux clous oxydés. Cette roche noire a été produite par l'action, sur les clous et sur la terre des pipes (qui a fourni beaucoup d'alumine), des produits de la fusion d'une caisse en bois de l'emballage et de gravats.

» L'examen microscopique fait voir que l'on se trouve en présence d'un agrégat de petits cristaux néogènes de magnétite, de fayalite, de mélilite au milieu desquels apparaissent des fragments corrodés d'hypersthène et de labrador (provenant des cendres ou des gravats) qui simulent les phénocristaux d'une roche volcanique.

» Tous ces phénomènes montrent avec quelle facilité une roche volcanique, fondue accidentellement et maintenue en contact avec des produits divers, attaque ceux-ci et se transforme chimiquement et minéralogiquement. N'est-il pas légitime d'en conclure que les magmas dont proviennent ces roches sont susceptibles de subir, en profondeur, aux dépens des roches avec lesquelles ils se trouvent longtemps en contact, des modifications comparables, alors surtout que dans ce cas leur température est plus élevée et accompagnée des puissants facteurs de cristallisation qui ont manqué dans les phénomènes accidentels qui font l'objet de cette Note? Ceux-ci ont donc une signification dans l'histoire de l'endomorphisme. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions universelles dans l'espace.* Note de M. A. Korn, présentée par M. Émile Picard.

« J'appelle *fonction universelle* correspondant à une surface ω fermée de courbure continue (qui peut se composer de plusieurs nappes séparées)

toute fonction Φ_j continue avec ses premières dérivées dans tout l'espace, s'annulant à l'infini et satisfaisant aux équations

$$(1)\qquad \begin{cases} \Delta\Phi_j = 0, & \text{à l'extérieur de } \omega, \\ \Delta\Phi_j + k_j^2\Phi_j = 0, & \text{à l'intérieur de } \omega, \\ \displaystyle\int_{i+e}\left[\left(\frac{\partial\Phi_j}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Phi_j}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Phi_j}{\partial z}\right)^2\right] d\tau = 1; \end{cases}$$

k_j^2 s'appellera le nombre correspondant à la fonction universelle Φ_j.

» Ces fonctions montrent une grande analogie avec les fonctions harmoniques de M. Poincaré (1) et jouent un rôle important dans la théorie des vibrations universelles (2); en désignant par f une fonction quelconque continue avec ses premières dérivées à l'intérieur de ω, et en partant du problème

$$\Delta U = 0, \qquad \text{à l'extérieur de } \omega,$$
$$\Delta U + k^2 U = f, \qquad \text{à l'intérieur de } \omega$$

(U continue avec ses premières dérivées dans tout l'espace et s'annulant à l'infini), on peut démontrer l'existence d'un nombre infini de fonctions universelles

$$\Phi_0, \quad \Phi_1, \quad \Phi_2, \quad \ldots$$

avec des nombres correspondants

$$(0 <) k_0^2 < k_1^2 < k_2^2 < \ldots,$$

et l'on peut démontrer, que chaque potentiel $\int_i f \frac{d\tau}{r}$ peut être développé en série de fonctions universelles :

$$(2)\qquad \int_i f \frac{d\tau}{r} = \varphi_0\Phi_0 + \varphi_1\Phi_1 + \varphi_2\Phi_2 + \ldots$$

où

$$(3)\qquad \varphi_j = \int_i f\Phi_j\, d\tau \qquad (j = 0, 1, 2, \ldots).$$

» Les fonctions universelles correspondant à une sphère de rayon R

---

(1) H. Poincaré, *Sur les équations de la Physique mathématique* (*Rendiconti del Circ. mat. di Palermo*, 1894).

(2) A. Korn, *Sur les vibrations universelles* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 31, 1902).

sont $(j = 0, 1, 2, \ldots)$:

$$(4)\quad \begin{cases} \Phi_j = \dfrac{Y_j(\theta, \varphi)}{r^{j+1}}, \text{ à l'extérieur,} \\ \Phi_j = \dfrac{\sqrt{k_j R}}{R^{j+1} I_{j+\frac{1}{2}}(k_j R)} \dfrac{I_{j+\frac{1}{2}}(k_j r)}{\sqrt{k_j r}} Y_j(\theta, \varphi), \text{ à l'intérieur,} \end{cases}$$

Y_j représentant une fonction sphérique d'ordre j, k_j une racine de l'équation

$$(5)\quad I_{-\frac{1}{2}}(kR) = 0,$$

où

$$(6)\quad \begin{cases} I_{j+\frac{1}{2}}(x) = \sqrt{\dfrac{2}{\pi x}} \displaystyle\sum_{\lambda=0}^{\lambda=j} \dfrac{\Pi(j+\lambda)}{\Pi(\lambda)\Pi(j-\lambda)} \left(\dfrac{1}{2x}\right)^{\lambda} \cos\left[(j+1-\lambda)\dfrac{\pi}{2} - x\right] \\ \qquad (j = 0, 1, 2, \ldots), \\ I_{-\frac{1}{2}}(x) = \sqrt{\dfrac{2}{\pi x}} \cos x. \end{cases}$$

» Si la surface ω se compose de n sphères ω_k de rayon R, dont les distances ρ_{ik} sont assez grandes en comparaison avec R, j'ai réussi à démontrer une méthode analogue à celle de Murphy [1] : A chaque racine k_j des équations (5) correspond un nombre fini de fonctions universelles Φ_j avec des nombres K_j que l'on peut développer en séries dont chaque terme est de l'ordre $\dfrac{R}{\rho_{ik}}$ comparé avec le terme précédent, et dont les premiers termes sont donnés en (7) et (8) :

$$(7)\quad K_j = k_j + k_{j1} + \ldots.$$

$$(8)\quad \begin{cases} \Phi_j = \dfrac{Y_j^k(\theta_k, \varphi_k)}{r_k^{j+1}} + \ldots \text{ à l'extérieur de } \omega_k, \text{ près de } \omega_k, \\ \Phi_j = \dfrac{\sqrt{k_j R}}{R^{j+1} I_{j+\frac{1}{2}}(k_j R)} \dfrac{I_{j+\frac{1}{2}}(k_j r_k)}{\sqrt{k_j r_k}} Y_j^k(\theta_k, \varphi_k) + \ldots \text{ à l'intérieur de } \omega_k. \end{cases}$$

» Ici les Y_j^k $(k = 1, 2, \ldots, n)$ ne sont pas arbitraires, comme les Y_j dans les équations (4), mais ils doivent, avec k_{j1}, satisfaire à un système d'équa-

[1] La démonstration détaillée se trouve dans un Mémoire : *Le problème mathématique des vibrations universelles* (Communications de la Société mathématique, Kharkow, 1903).

tions linéaires dépendant de la situation géométrique des centres des sphères ω_k :

$$(9) \quad \frac{k_j}{R^{j-1}} \cdot \frac{J'_{j-\frac{1}{2}}(k_j R)}{J_{j+\frac{1}{2}}(k_j R)} \cdot k_{j_1} Y_j^k = -(2j+1) \sum\nolimits_i \left[\frac{Y_j^i}{r_i^{j+1}}\right]_j^k \qquad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

où nous désignons par $\left[\frac{Y_j^i}{r_i^{j+1}}\right]_j^k$ la fonction d'ordre j dans le développement de $\frac{Y_j^i}{r_i^{j+1}}$ en fonctions sphériques à la sphère ω_k, et en étendant la somme $\sum_i$ sur toutes les sphères, excepté ω_k.

» Ces équations (9) donnent les Y_j^k à un facteur constant près, qui reste arbitraire, et k_{j_1} comme racine d'une équation algébrique (¹).

» A part des fonctions Φ_j calculées ainsi, en supposant qu'aucun Y_j^k n'est identiquement nul, il peut y avoir encore des fonctions Φ_j correspondant aux cas qu'un Y_j^k ou plusieurs soient identiquement nuls; dans ces cas, on calculera les premiers termes des séries (7) et (8) tout à fait de la même manière, mais comme si les sphères, auxquelles correspondent des Y_j^k identiquement nuls, n'existaient pas. »

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES. — *Sur une classification nouvelle des modes de représentation nomographique des équations à un nombre quelconque de variables.* Note de M. **Maurice d'Ocagne.**

« Nous avons, dans notre *Traite de Nomographie* (Chap. VI, Sect. I), donné une classification de tous les modes possibles de représentation nomographique, fondée sur la double considération du nombre des plans mobiles superposés les uns aux autres pour constituer le nomogramme et du nombre des variables afférentes à chacun des éléments en contact. Cette classification nous a été fort utile pour ordonner notre théorie générale; mais, en réfléchissant de nouveau au sujet, nous avons été amené à penser qu'on pouvait, en se plaçant au seul point de vue de la structure des nomogrammes, sans avoir égard au nombre des variables en présence, réduire tous les modes possibles de représentation à un nombre fini de

(¹) J'ai traité les deux cas $j = 0$ et $j = 1$ pour deux sphères et un nombre fini de particules sphériques dans mon Livre : *Eine mechanische Theorie der Reibung in kontinuierlichen Massensystemen* (Berlin, Ferd. Duemmler, 1901).

types canoniques. Nous y sommes parvenu en étudiant toutes les répartitions possibles des éléments non cotés ou *constants* entre les divers contacts à considérer.

» Rappelons d'abord que le mode d'emploi de tout nomogramme à deux plans π et π' superposés résulte de la simultanéité de quatre contacts entre éléments pris respectivement sur ces deux plans ([1]), contacts qui, si l'on désigne chaque élément par le nombre des cotes y afférentes, peuvent, d'après la convention que nous avons proposée, être dénotés

$$n_1 \vdash\!\dashv n'_1 \qquad n_2 \vdash\!\dashv n'_2 \qquad n_3 \vdash\!\dashv n'_3 \qquad n_4 \vdash\!\dashv n'_4.$$

» Si l'on recherche tous les modes *distincts* de répartition des éléments constants, représentés par des o, entre ces quatre contacts, on obtient le Tableau ci-dessous où chaque type canonique est désigné par un chiffre gras indiquant le nombre des éléments *cotés* qui y interviennent, affecté d'un indice d'ordre lorsque ce nombre donne lieu à plusieurs solutions :

($\mathbf{2}_1$)	$n_1 \vdash\!\dashv 0$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{2}_2$)	$n_1 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv n'_2$	$0 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{3}_1$)	$n_1 \vdash\!\dashv 0$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{3}_2$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{3}_3$)	$n_1 \vdash\!\dashv 0$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv n'_3$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{4}_1$)	$n_1 \vdash\!\dashv 0$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$n_4 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{4}_2$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{4}_3$)	$n_1 \vdash\!\dashv 0$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv n'_4$
($\mathbf{4}_4$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv n'_2$	$0 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{4}_5$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv n'_3$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{4}_6$)	$n_1 \vdash\!\dashv 0$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv n'_3$	$0 \vdash\!\dashv n'_4$
($\mathbf{5}_1$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$n_4 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{5}_2$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv n'_2$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{5}_3$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv n'_4$
($\mathbf{6}_1$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv n'_2$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$n_4 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{6}_2$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv n'_2$	$n_3 \vdash\!\dashv n'_3$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{6}_3$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv n'_2$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv n'_4$
($\mathbf{7}$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv n'_2$	$n_3 \vdash\!\dashv n'_3$	$n_4 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{8}$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv n'_2$	$n_3 \vdash\!\dashv n'_3$	$n_4 \vdash\!\dashv n'_4$

([1]) *Traité de Nomographie*, p. 393. On sait d'ailleurs que si les éléments appartenant à l'un des deux plans, dans trois des contacts, appartiennent à un même système de cercles concentriques ou de droites parallèles, le quatrième contact devient illusoire et peut être supprimé (*Loc. cit.*, p. 395).

» On aura une idée de la plus grande unité introduite par la considération de ces types canoniques dans la classification des nomogrammes si l'on remarque, par exemple, que tous les nomogrammes à simple alignement rentrent dans le type $(\mathbf{3}_1)$, alors qu'avec la précédente classification ils se rangeaient dans des types divers : IV_3^2, VII_4^2, etc.

» Tout nomogramme à plus de deux plans superposés pouvant se décomposer en plusieurs autres, à deux plans chacun, sera tout naturellement dénoté par la réunion des symboles correspondant aux types composants. C'est ainsi que tout nomogramme à double alignement sera du type $(\mathbf{3}_1, \mathbf{3}_1)$ ou $(\overline{\mathbf{3}}_1^2)$.

» Quant aux nomogrammes à un seul plan, nous avons reconnu qu'ils pouvaient tous se réduire au *type unique constitué par le contact de points à deux cotes avec des lignes à* $n-2$ *cotes*. Sur un tel nomogramme le nombre des systèmes simplement infinis de lignes est égal à $2n-3$ (dont n systèmes cotés et $n-3$ systèmes de liaison) sur l'ensemble desquels $n-1$ peuvent être choisis arbitrairement. Ce type de nomogramme pourrait être rattaché au Tableau ci-dessus par la notation

$$(\mathbf{2}_0) \qquad (n'-2) \mapsto 2 \qquad 0 \mapsto 0 \qquad 0 \mapsto 0 \qquad 0 \mapsto 0.$$

» Dès lors, un nomogramme quelconque est réduit à une combinaison des vingt types canoniques numérotés ci-dessus de $(\mathbf{2}_0)$ à $(\mathbf{8})$.

» Dans un Mémoire aujourd'hui rédigé, et qui paraîtra prochainement, nous donnons un exposé synthétique des principes fondamentaux de la Nomographie bornée à sa partie purement théorique, en le fondant sur la nouvelle classification que nous venons de faire connaître. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouvelle méthode d'essai des rails.* Note de **M. Ch. Frémont**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Les cahiers des charges actuels imposent trois sortes d'épreuves pour la recette des rails : un essai de traction pour mesurer la résistance et la ductilité de l'acier; un essai de flexion sous charge statique pour constater si la limite élastique est assez élevée; enfin, un essai de flexion par choc pour vérifier si la résistance vive du métal est suffisante.

» Ce troisième essai est, en théorie, d'importance capitale, car, si le métal est trop doux, le rail se déformera plus ou moins rapidement; mais,

si la résistance vive du métal est insuffisante, il pourra y avoir des ruptures brusques en service. Et l'on constate de ces ruptures non seulement en service, mais même dans le transport des rails à pied d'œuvre, ce qui prouve que les rails réceptionnés en usine sont parfois fragiles.

» Mais, entre les résultats du procédé actuellement appliqué et ceux de l'expérience en service, il y a souvent divergence; c'est que, dans l'essai de flexion au choc, *on suppose les rails homogènes* et on leur demande de se déformer très légèrement, une flèche maximum étant imposée et les quantités fixées comme poids du marteau et hauteur de chute étant calculées telles que le choc ne rompe pas le rail essayé.

» Or les rails sont souvent peu homogènes, et c'est ce manque d'homogénéité qui est la raison des discordances entre les résultats de l'essai et ceux de la pratique.

» L'hétérogénéité des rails tient à deux causes différentes qui peuvent coexister :

» 1° Le lingot d'acier contient une poche de retassement quelquefois sur une très grande longueur et celle-ci n'est pas toujours complètement éliminée, il se trouve alors dans le rail une partie centrale malsaine, contaminée par ségrégation.

» Or un rail dans ces conditions peut résister à l'essai au choc imposé, parce que sa périphérie étant de bonne qualité reçoit seule l'effort brusque de traction, mais en service sous l'effet des trépidations, des vibrations, la partie malsaine se désagrège, se fissure et les fissures se propagent dans la partie saine jusqu'à rupture.

» 2° La seconde cause d'hétérogénéité provient des traitements mécanique et thermique du rail pendant son laminage et son refroidissement, la partie centrale du rail peut être fragile quand la périphérie peut ne pas l'être.

» Or il est à remarquer que, dans ces deux cas d'hétérogénéité, c'est toujours le centre du rail qui risque d'être défectueux, et que l'essai au choc actuellement imposé n'a que peu de chance de déceler cette défectuosité, puisque la partie du métal en prise dans l'essai de flexion est la partie extérieure du rail, partie généralement de bonne qualité.

» Il est donc rationnel de faire porter l'essai au choc plus spécialement sur la partie centrale du bourrelet du rail. C'est ce que j'ai fait dans une série d'essais qui m'ont permis de constater l'exactitude de ce principe.

» J'opère sur des morceaux de rails d'une longueur de $0^m,50$ dont le bourrelet est entamé, dans le milieu de la longueur, d'une échancrure de 60^{mm} de long, terminée par

deux congés de 15^{mm} de rayon et pénétrant jusqu'au milieu du bourrelet qui subira l'extension dans le choc. Chaque morceau ainsi préparé est posé sur deux points d'appui espacés de $0^{m},40$ et constitués par deux coussinets en acier trempé de forme demi-cylindrique et de 14^{mm} de diamètre. La face échancrée étant tournée en dessous le rail reçoit le choc d'un marteau tombant d'une hauteur de 5^{m} et d'un poids suffisant pour opérer la rupture même d'un métal de très bonne qualité.

» Après rupture, les deux fragments du rail essayé sont rapprochés et la valeur du métal est donnée soit par l'allongement constaté dans la partie échancrée, soit par l'angle ou la flèche de flexion. Avec des rails de qualité suffisante j'ai obtenu, sur la longueur de $0^{m},50$, des flèches de 6^{mm} à 20^{mm}, quand beaucoup d'autres rails n'ont donné que des flèches nulles.

» La mesure de l'empreinte laissée par la pression sur les points d'appui permet de déterminer, par comparaison avec un essai statique préalable, quel a été l'effort maximum pendant le choc.

» On a ainsi, dans cet essai, la mesure de l'effort et de l'espace parcouru pendant la flexion; on en peut déduire la mesure du travail dépensé pour obtenir la rupture.

» Dans la pratique, pour la recette, il suffit d'imposer une flèche minimum.

» En opérant sur des coupons de $0^{m},50$ de long détachés sur les chutes lors de la fabrication du rail, on fait l'essai à $0^{m},25$ du bout du rail utilisé.

» La faible longueur du morceau essayé, pris dans une partie de rebut, permet de faire économiquement les essais et de les répéter économiquement bien plus souvent qu'on ne le fait par la méthode actuelle. »

MÉCANIQUE. — *Sur une représentation plane de l'espace et son application à la Statique graphique.* Note de M. B. **Mayor**, présentée par M. Maurice Lévy.

» Le procédé décrit dans la précédente Note se prête particulièrement bien à la solution graphique des problèmes de la Statique lorsqu'on suppose que la droite désignée par E s'éloigne à l'infini. L'axe du complexe directeur est alors perpendiculaire au plan Π et le point O coïncide avec le pied de cet axe. De plus, on peut, et il y a quelque avantage à faire ainsi, considérer un système de forces, que nous appellerons le *système directeur*, admettant pour complexe d'action (complexe linéaire formé par les droites de moment nul) le complexe directeur C.

» Dans ces conditions les relations métriques qui peuvent exister entre les éléments de l'espace se retrouvent sous des formes simples dans leurs

éléments représentatifs. C'est ainsi que des plans parallèles ont leurs droites représentatives parallèles et leurs points représentatifs confondus; que deux droites parallèles ont également leurs droites représentatives parallèles entre elles et à la droite qui joint leurs points représentatifs.

» Sans trop insister sur ces propriétés immédiates, il convient cependant de signaler le rôle essentiel joué par une circonférence décrite du point O comme centre avec un rayon égal à $a\sqrt{-1}$, a désignant ce qu'on appelle fréquemment la *flèche* du système de forces directeur, c'est-à-dire le rapport entre le moment de ce système calculé par rapport à l'axe central et la résultante générale de ce même système. Si l'on appelle alors cette circonférence la circonférence *directrice*, on peut, en particulier, énoncer la proposition suivante dont il est facile de déduire la condition de perpendicularité des divers éléments géométriques de l'espace :

» *Pour que deux plans soient perpendiculaires, il faut et il suffit que leurs points représentatifs soient conjugués par rapport à la circonférence directrice.*

» Il n'est presque pas nécessaire d'ajouter que, dans l'exécution d'une épure, on évite les inconvénients qui résultent du fait que la circonférence directrice est imaginaire en traçant une fois pour toutes une circonférence concentrique et de rayon a, à condition, bien entendu, de remplacer les notions de pôle et de polaire par celles d'antipôle et d'antipolaire.

» Ces préliminaires posés, quelques remarques conduisent à une représentation simple des forces et des systèmes de forces de l'espace.

» Tout d'abord, nous appellerons *conjuguée* d'une force (f) de l'espace, une force (f') telle que l'ensemble de (f) et (f') admette pour complexe d'action, le complexe directeur. Il résulte immédiatement de cette définition que les lignes d'action de deux forces conjuguées sont elles-mêmes conjuguées par rapport au complexe directeur.

» Considérant ensuite un système de forces (F) constitué par les forces quelconques (f_1), (f_2), ..., (f_i), ..., (f_n), le système (F') des conjuguées (f'_i) sera dit le *conjugué de* (F). On voit facilement que, lorsque deux systèmes de forces sont équivalents, leurs conjugués le sont également. De plus, lorsqu'un système est en équilibre, son conjugué l'est aussi.

» Soit alors (f) une force quelconque. Il résulte de tout ce qui précède qu'elle est complètement représentée par sa projection f sur le plan Π et par la trace φ' sur ce même plan de sa conjuguée. D'ailleurs, ici comme dans le cas d'une droite, il est essentiel de représenter en même temps et par le même procédé la conjuguée (f'). D'après cela, la force donnée (f)

est représentée par deux forces, f et f', et par deux points, φ et φ'. Ces quatre éléments surabondants, mais liés par des relations simples, permettent de reconstituer immédiatement la force de l'espace et sa conjuguée. Les deux forces f et f' sont, en effet, égales, parallèles et de sens opposés; les deux points φ et φ' sont alignés sur O et respectivement situés sur f et f'. De plus, la composante de (f), suivant la normale au plan II, passe par φ et est égale au produit du facteur constant $\frac{1}{a}$ par le moment de f par rapport à O. Pour cette raison, il est utile de considérer deux masses fictives égales aux moments des forces f et f' par rapport à O et respectivement concentrées aux deux points φ et φ'. Dans toute la suite, ces masses seront désignées par les mêmes lettres que les points correspondants.

» Considérant ensuite des forces (f_1), (f_2), ..., (f_i), ..., (f_n), en nombre quelconque, désignons, d'une manière générale, par f_i, φ_i; f_i', φ_i', les éléments qui les représentent. Le système (F) qu'elles constituent, ainsi que le système conjugué (F'), seront complètement définis par les résultantes F et F' des systèmes plans f_i et f_i' et par les centres de gravité Φ et Φ' des deux systèmes de masses fictives φ_i et φ_i'. Dans ce cas encore les deux forces F et F' sont égales, parallèles et de sens opposés, et les points Φ et Φ' alignés sur O. Toutefois, le cas où F est réductible à une force unique étant seul excepté, ces points ne sont plus situés sur les lignes d'action des résultantes correspondantes. Ils satisfont, en revanche, à une condition essentielle dans les applications et qu'on peut énoncer en disant qu'ils se correspondent l'un à l'autre, ainsi que les lignes d'action de F et de F', dans une homologie ayant pour centre le point O et pour axe la droite E de l'infini.

» Dès lors, si l'on observe qu'en faisant abstraction des intensités et des sens des deux résultantes F et F', les lignes d'action de ces deux forces et les deux points Φ et Φ' suffisent pour représenter le complexe d'action de (F), il devient extrêmement simple de résoudre la plupart des problèmes relatifs aux systèmes de forces de l'espace. Il est en particulier possible de tracer, ainsi que je le montrerai, les *chaînes funiculaires* d'un ensemble quelconque de systèmes de forces. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la cohésion diélectrique des gaz* (1).
Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré que le champ critique nécessaire pour vaincre la cohésion diélectrique d'un gaz est la somme de deux termes dont l'un, prépondérant aux pressions de quelques centimètres de mercure, tend, à mesure que la pression croît, vers une fonction linéaire de la pression, tandis que l'autre, prépondérant aux pressions très basses, croît très rapidement quand la pression diminue, en raison inverse de la pression ou même, dans un certain intervalle, en raison inverse du carré de la pression.

» Je dispose actuellement d'une batterie de petits accumulateurs dépassant 16000 volts. Il m'a donc été possible d'écarter les plateaux de mon condensateur jusqu'à $6^{cm},5$ de distance, et d'augmenter l'épaisseur de mes ballons plats jusqu'à 5^{cm} ou 6^{cm}, sans que l'intensité maximum du champ produit descendît au-dessous de 2500 volts par centimètre.

» Quand on fait ainsi usage de disques gazeux assez épais, l'observation de la lueur de charge devient un indice du passage de l'électricité à travers le gaz au moins aussi sensible que la mesure des capacités, précédemment employée.

» Aussi bien par les mesures électriques que par l'observation des lueurs, j'ai pu m'assurer qu'aux pressions élevées la valeur du champ critique est bien indépendante de l'épaisseur du disque gazeux, comme je l'avais admis *a priori*. Ainsi, pour l'air, le coefficient a du terme ap proportionnel à la pression a été trouvé compris entre 425 et 430 pour un ballon de $4^{cm},7$ d'épaisseur, et égal à 425 pour un ballon de $5^{cm},6$.

» Il n'en est plus de même pour le terme prépondérant aux très basses pressions. *C'est alors, non le champ, mais la différence de potentiel totale correspondant à l'épaisseur de la colonne gazeuse qui est constante;* le champ varie en raison inverse de cette épaisseur. Je citerai à cet égard trois séries d'expériences réalisées avec l'hydrogène. Pour ce gaz, le terme prépondérant aux basses pressions est, dans les limites auxquelles se rapportent les mesures, en raison inverse du carré de la pression. Avec trois ballons

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 152 et 204; t. CXXXI, p. 443, 469 et 503; t. CXXXIII, p. 213.

d'épaisseurs différentes, j'ai trouvé les valeurs suivantes du coefficient b du terme $\frac{b}{p^2}$:

Épaisseur e du ballon.	Coefficient b.	Produit eb.
cm		
2,4........	0,08	0,192
3,8........	0,054	0,205
5,6........	0,034	0,190

» Ainsi, des deux termes dont la somme donne, à une pression quelconque, le champ critique total, le premier est bien une constante caractéristique du gaz, dont il mesure proprement la cohésion. Le second terme, correspondant à une différence de potentiel indépendante de l'épaisseur du gaz traversé, ne peut se rapporter qu'à une action localisée à la paroi. Il mesure une résistance à la rupture de l'équilibre diélectrique entre la paroi et le gaz, ou, si l'on préfère, entre le gaz libre de l'intérieur du ballon et la couche de gaz condensée par la paroi.

» Remarquons qu'il doit y avoir identité entre la différence de potentiel minimum nécessaire pour produire une décharge à travers une masse de gaz, et la différence de potentiel initiale correspondant au passage d'un courant continu à travers ce gaz. Par analogie avec ce qui se passe dans le cas d'électrodes métalliques, cette dernière différence de potentiel peut être la somme d'une chute de potentiel cathodique ou anodique, indépendante de l'épaisseur de gaz traversée et d'une chute de potentiel proportionnelle à l'épaisseur. Il n'est donc pas surprenant que ces deux éléments concourent à produire la différence de potentiel critique que nous mesurons dans nos expériences. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le* Travail statique *du muscle*. Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Sarrau.

« Le *Travail statique*, considéré pour la première fois par Haughton (1873), est le produit d'une pression par un temps. Cette notion joue un grand rôle dans la théorie du muscle : moteur qui dépense de l'énergie à faire des pressions et que, par une anticipation remarquable, M. Ernest Solvay, dès 1894, assimilait, dans une certaine mesure, au jet d'eau qui soutient une masse. Le problème est de déterminer, pour le muscle, la dépense énergétique d'un travail statique.

» Pour cela, considérant un ressort, nous allons chercher quelles pres

sions produit sur ce ressort un poids tombant de différentes hauteurs : puis nous évaluerons la dépense des pressions totalisées au bout des temps nécessaires aux déformations maxima (régime variable) et le travail du ressort nécessaire au maintien de ces déformations (régime constant). Nous assimilons le muscle à un ressort d'élasticité et de forme variables, dans lequel l'énergie est intérieure au lieu d'être due à la mise en jeu d'une force extérieure comme dans le ressort considéré : nous retrouvons ainsi les principaux faits d'expérience, en particulier ceux que l'on doit aux belles recherches de M. Chauveau.

» Soient x_0 la longueur primitive de ce ressort, x sa longueur plus petite au bout du temps t, K^2 la constante d'élasticité du ressort, g l'intensité de la pesanteur, M la masse du poids de chute ; on a, la déformation devant être comptée dans le sens négatif, pour la force de déformation à chaque instant :

(1) $$M\, d^2 \frac{(x_0 - x)}{dt^2} = - K^2 (x_0 - x) + M g.$$

» Posons pour abréger $\frac{K^2}{M} = K'^2$ et $-\frac{K^2 x_0}{M} + g = - K'^2 L$; l'équation (1) a pour intégrale générale

(2) $$L - x = A \sin K' t + B \cos K' t.$$

» Déterminant les constantes A et B par les conditions initiales, on trouve $L - x_0 = B$ et $A = \frac{V}{K'}$; d'où, pour la valeur du temps θ, auquel le mouvement s'arrêtera pour recommencer en sens inverse,

(3) $$\operatorname{tang} K' \theta = \frac{A}{B} = - \frac{VK'}{g};$$

et pour la déformation maxima $x_0 - x_1$:

$$x_0 - x_1 = g \frac{M}{K^2} + \frac{1}{K^2} \sqrt{K^2 V^2 M + g^2 M^2},$$

ce que l'on peut écrire, en substituant à $V^2 M$ la valeur $2hp$ où h est la hauteur de chute du corps de poids p tombant librement, et en remarquant que $K^2(x_0 - x_1)$ est la pression maxima $\mathfrak{P}_{max}$:

(4) $$\mathfrak{P}_{max} = p + \sqrt{2 K^2 hp + p^2},$$

ou bien, en désignant par $\mathfrak{E}$ (la dépense) le produit hp,

(5) $$\mathfrak{E} = \frac{\mathfrak{P}_{max}^2 - 2 \mathfrak{P}_{max}\, p}{2 K^2}.$$

» Par définition, on a

$$L = x_0 - \frac{g}{K'^2};$$

on peut écrire l'équation (2) sous la forme

$$x_0 - x = \frac{g}{K'^2} + A \sin K' t + B \cos K' t,$$

d'où, pour la pression P au temps t, la relation

$$P = \frac{K^2}{K'^2} g + AK^2 \sin K' t + BK^2 \cos K' t.$$

» En appelant $\mathfrak{T}_s$ le travail statique de régime variable, c'est-à-dire le produit de la pression moyenne par le temps θ et en intégrant, on trouve

$$(6) \qquad \mathfrak{T}_s = \int_0^\theta P\,dt = \frac{K^2}{K'^2} g\theta - \frac{AK^2}{K'}(\cos K'\theta - 1) + B\frac{K^2}{K'}\sin K'\theta.$$

» Si l'on remarque que θ est très petit, on peut identifier $\sin K'\theta$ et $K'\theta$, arrêter au second terme le développement en série de $\cos K'\theta$, et l'on trouve

$$(7) \qquad \mathfrak{T}_s = VMK'^2 \frac{\theta^2}{2}.$$

» Dans l'équation (3), si V est très petit et si le rapport $\frac{V}{g}$ est très inférieur à l'unité, on peut écrire $\tan K'\theta = K' \tan\theta$ et, arrêtant au premier terme le développement en série d'arc $\tan\theta$, poser, à cause de la petitesse de θ dans les applications au muscle,

$$(8) \qquad \theta = \frac{V}{g}.$$

» On a, dans cette loi particulière de θ,

$$(9) \qquad \mathfrak{T}_s = \frac{\sqrt{2}\,K^2\,\mathfrak{T}^{\frac{3}{2}}}{g^{\frac{1}{2}}\,p^{\frac{3}{2}}} \qquad \text{ou} \qquad \mathfrak{T} = \frac{g^{\frac{1}{3}}\,p\,\mathfrak{T}_s^{\frac{2}{3}}}{2^{\frac{1}{3}}\,K^{\frac{4}{3}}}$$

et

$$(10) \qquad \frac{\mathfrak{T}_s}{\theta} = \mathfrak{P}_{\text{moy}} = \frac{\mathfrak{P}^2_{\max} - 2p\,\mathfrak{P}_{\max}}{2p} = \frac{K^2\,\mathfrak{T}}{p} \qquad \text{ou} \qquad \mathfrak{T} = \frac{\mathfrak{P}_{\text{moy}}\,p}{K^2}.$$

» Nous pouvons assimiler la pression correspondant à la déformation maxima à une pression moyenne de régime variable Φ_{moy}, dont $\Phi_{\max}$ serait la pression maxima, ϖ le poids de chute efficace; en posant que ce poids ϖ tombe avec la même vitesse que p, c'est-à-dire agit dans le même temps θ, on peut écrire les équations (10) et (9) en remplaçant les $\mathfrak{P}$ par des Φ, p par ϖ, $\mathfrak{T}_s$ et $\mathfrak{T}$ par $\mathfrak{T}'_s$ et $\mathfrak{T}'$, les nouveaux travaux considérés. Par des courbes construites au préalable on détermine ϖ, connaissant Φ_{moy}. Au bout du temps θ on peut refaire ce raisonnement pour un nouveau temps de durée θ;

et ainsi de suite indéfiniment. Les relations (10) et (9) sont donc également vraies pour le régime constant.

» Ainsi, qu'il s'agisse de régime variable ou de régime constant, le travail statique, proportionnel à la moyenne des pressions, grandit plus vite que la dépense : par rapport au travail dynamique du ressort ou du muscle, travail proportionnel à la moyenne des carrés des pressions de mêmes déformations, il est économique.

» La charge du muscle, c'est la pression Φ_{moy} : la dépense est $\frac{\Phi_{moy}\varpi}{K^2}$. Or, en calculant les expériences de Boudet de Pâris sur la relation de K^2 avec l'allongement $(x_0 - x)$, on trouve qu'elles sont bien représentées, pour les grands et moyens allongements, par l'hyperbole équilatère $\frac{x_0 - x}{A} = K^2$.

» La dépense grandit donc quand le raccourcissement augmente.

» On tire facilement de (10) et de (9) que, tandis que le rendement $\frac{\mathfrak{P}_{moy}}{\mathfrak{E}}$ reste constant, le rendement du travail statique $\frac{\mathfrak{E}_s}{\mathfrak{E}}$ grandit comme la racine cubique de ce travail.

» Le rendement des travaux grandit quand la vitesse augmente et moins vite pour le travail dynamique que pour le travail statique.

» En rapprochant les grandes dépenses des pressions maxima d'après (5) des dépenses des pressions variables d'après (10), on voit que le rendement de la pression est minimum quand elle est maxima. Le rendement des travaux est donc minimum quand le muscle travaille au maximum : ce qui distingue absolument le muscle des moteurs industriels. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1903.* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

» Les observations magnétiques, à l'Observatoire du Val-Joyeux (Villepreux, Seine-et-Oise), ont été continuées, en 1902, avec les mêmes appareils et réduites d'après les mêmes méthodes qu'en 1901. Les courbes de variations, relevées régulièrement au magnétographe de M. Mascart, sont dépouillées pour chaque heure et les repères vérifiés par des mesures absolues effectuées au moins une fois par semaine. La sensibilité de chacun des trois appareils de variations est de même vérifiée par des graduations mensuelles.

» Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1903 résultent de la moyenne des observations horaires des 31 décembre 1902 et 1er janvier 1903, rapportées à des mesures absolues faites les 29, 31 décembre et 2 janvier.

» La variation séculaire des différents éléments est déduite de la comparaison entre les valeurs suivantes et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1902 (1). On remarquera que la variation séculaire de la déclinaison, très faible déjà depuis plusieurs années, diminue encore en 1902.

Valeurs absolues et variation séculaire des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux.

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1903.	Variation séculaire.
Déclinaison occidentale........	15° 7',07	—3',28
Inclinaison	64° 55', 2	—3', 0
Composante horizontale........	0, 19712	+0, 00028
Composante verticale..........	0, 42118	—0, 00038
Composante nord.............	0, 19030	+0, 00032
Composante ouest............	0, 05141	—0, 00011
Force totale..................	0, 46502	—0, 00023

» Les observations magnétiques, au Val-Joyeux, sont faites sous ma direction par M. J. Itié, aide-météorologiste.

» La station est située par 0° 19′ 23″ de longitude ouest, et 48° 49′ 16″ de latitude nord.

CHIMIE. — *Activité de quelques sels de terres rares, comme excitateurs d'oxydation*. Note de M. **André Job**, présentée par M. Troost.

« L'oxydation spontanée du carbonate céreux potassique et les oxydations déterminées par son contact présentent un tel caractère de netteté qu'on y trouve un exemple type pour l'étude et l'illustration de ce genre de phénomènes : je l'ai montré dans des Notes précédentes (2). Si j'ai choisi

(1) *Comptes rendus,* t. CXXXIV, 1902, p. 41.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1052. — *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XX, 1900.

ce sel de cérium, le carbonate céreux, et ce milieu particulier, la solution de carbonate de potassium, c'était pour faire apparaître avec plus d'évidence le mécanisme des réactions; mais il n'est pas douteux que d'autres sels de cérium placés dans d'autres milieux présentent des phénomènes analogues qu'on pourra légitimement expliquer de la même manière. Pour trouver un nouvel exemple qui se rattache à des faits connus, j'ai répété sur le cérium, dans une expérience de comparaison, les essais de M. Gabriel Bertrand sur le manganèse ([1]). L'expérience, qui a porté sur les acétates de cérium et de manganèse, avec l'hydroquinone comme accepteur, a pleinement réussi, et, pour des quantités atomiquement équivalentes, le sel de cérium a manifesté une activité au moins égale à celle du manganèse lui-même.

» L'expérience se fait aisément. Dans trois flacons semblables, d'environ 350^{cm^3}, on verse 100^{cm^3} d'une solution *fraîche* d'hydroquinone au quart normale; cette solution est incolore. L'un des flacons sert de témoin, le second reçoit 10^{cm^3} d'une solution quart normale d'acétate céreux, et le troisième 10^{cm^3} d'une solution quart normale d'acétate manganeux. On les agite ensemble et uniformément. Le premier reste à peu près incolore. Dans les autres la liqueur brunit rapidement et laisse bientôt précipiter des paillettes mordorées de quinhydrone. Si l'on arrête l'expérience à temps, on constate une absorption d'oxygène plus grande dans le flacon du cérium que dans celui du manganèse.

» Ce résultat est intéressant à divers égards. L'acétate de cérium est extrêmement stable ([2]); sa solution exposée à l'air reste très longtemps limpide et incolore, et ne manifeste aucun signe d'oxydation spontanée. L'oxydation qu'il excite par son contact serait donc un phénomène tout à fait mystérieux si on l'isolait des autres phénomènes analogues. L'acétate de manganèse est déjà moins stable, il s'oxyde de lui-même à l'air, et

---

([1]) *Annales agronomiques*, 1897.

([2]) J'ai préparé l'acétate céreux en dissolvant le carbonate céreux dans l'acide acétique. On évapore, on fait cristalliser et l'on sèche à l'étuve pour chasser l'excès d'acide. L'acétate céreux dissous est inaltérable à l'air, mais sensible à l'action de l'ozone qui le transforme en acétate cérique. C'est une analogie de plus avec le manganèse. J'ai d'ailleurs aussi préparé cet acétate cérique par dissolution du carbonate cérique dans l'acide acétique : il est intéressant comme point de départ pour la préparation des sels cériques. Les mêmes raisons d'analogie m'ont conduit également à étudier l'acétate cobaltique que j'ai préparé par ces deux mêmes procédés et qui est intéressant au même point de vue. Mais l'acétate cobalteux, contrairement à ce qu'on pourrait prévoir, ne provoque pas l'oxydation de l'hydroquinone.

M. Gabriel Bertrand a très justement reconnu le rôle du peroxyde de manganèse dans l'oxydation de l'hydroquinone. Ces expériences, par leur rapprochement, nous permettraient déjà de conclure à l'existence d'un peroxyde de cérium. Mais ce peroxyde existe, et son rôle est démontré par mes expériences antérieures. Notre raisonnement par analogie se trouve par là même fortifié, et il pourra nous servir de guide dans l'étude de phénomènes nouveaux plus difficiles à analyser.

» J'ai cherché des exemples de ces phénomènes, et j'en ai trouvé un tout à fait inattendu dans le cas du lanthane. L'existence d'un peroxyde de lanthane est fort incertaine; on sait seulement, par Clève, que l'ammoniaque et l'eau oxygénée précipitent des sels de lanthane un hydrate peroxydé instable qui pourrait être une combinaison de l'eau oxygénée avec l'oxyde de lanthane. D'ailleurs on ne connaît de ce métal qu'une seule série de sels. L'acétate de lanthane paraît donc aussi peu désigné que possible pour servir de véhicule d'oxygène. Or l'expérience m'a montré qu'il excite l'oxydation de l'hydroquinone avec une activité égale à celle de l'acétate de cérium [1]. Nous déduisons immédiatement de là une conséquence importante : *on peut affirmer maintenant qu'il existe un peroxyde de lanthane*. Il n'est d'ailleurs pas du tout certain que cet oxyde correspond à l'hydrate précipité par l'eau oxygénée; pour ne rien préjuger de sa formule, nous pourrons l'appeler, selon l'heureuse expression de M. Manchot, *oxyde primaire*, marquant ainsi son analogie avec le peroxyde de cérium qui se forme directement (comme je l'ai montré) par l'oxydation primaire de l'oxyde céreux.

» Ce fait nouveau étend beaucoup le domaine des recherches. D'abord les autres terres rares doivent être soumises à des essais analogues; je les ai tentés avec succès pour quelques-unes d'entre elles, et j'indiquerai les résultats quand j'aurai contrôlé la pureté de mes produits. Ensuite, les mêmes expériences doivent être faites sur tous les sels des métaux communs; je les ai entreprises et je les décrirai prochainement. »

---

[1] Je n'ai pas représenté par des nombres les activités comparées du manganèse, du cérium et du lanthane. C'est que ces nombres n'auraient pour le moment aucun sens. En effet, la vitesse d'oxydation dépend non seulement de l'activité spécifique du métal, mais encore de l'hydrolyse du sel. On doit encore cette hypothèse à M. Bertrand. Les expériences que j'ai faites avec des excès croissants d'acide l'ont pleinement confirmée. Je montrerai bientôt comment elle fournit le moyen de faire la mesure de l'hydrolyse, si difficilement accessible par d'autres méthodes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux nouvelles méthodes de synthèse des acides oxyphosphiniques*. Note de M. C. Marie, présentée par M. H. Moissan.

« Les deux procédés que j'ai donnés dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 1118) pour la préparation de l'acide oxybenzylphosphinique s'appliquent, ainsi que je vais le montrer, aux aldéhydes grasses et constituent, par suite, deux méthodes générales de synthèse des acides oxyphosphiniques. J'indiquerai, à titre d'exemple, la préparation par les deux méthodes des acides oxyéthyl- et oxyisovalérylphosphiniques.

» 1° *Acide oxyéthylphosphinique*. — *a*. Par PO^2H^3 : on chauffe un mélange d'acide hypophosphoreux cristallisable et de paraldéhyde en excès jusqu'à ce que l'augmentation de poids constatée en distillant l'excès d'aldéhyde corresponde à la formation de l'acide oxyéthylhypophosphoreux $CH^3CH(OH)PHO(OH)$.

» On dissout le produit dans l'eau et on l'oxyde par le brome en léger excès, excès que l'on enlève ensuite par un courant d'air. La solution obtenue est sursaturée par l'ammoniaque et précipitée par la mixture magnésienne préparée avec l'azotate de magnésium. Après quelques heures on sépare le phosphate ammoniaco-magnésien et l'on évapore la solution pour chasser le grand excès d'ammoniaque nécessaire pour une précipitation complète de l'acide phosphorique. On rend alors la solution légèrement acide par l'acide acétique et l'on précipite à chaud l'acide oxyéthylphosphinique à l'état de sel de plomb. Le précipité obtenu, lavé et traité par H^2S, fournit l'acide sous la forme d'un sirop parfaitement incolore, cristallisant après quelques jours d'exposition dans le vide sec et semblable à l'acide $CH^3CH(OH)PO(OH)^2$ décrit par Fossek (*Mon. f. Ch.*, 5, p. 627).

» *b*. Par PO^3H^3 : on chauffe un mélange d'acide phosphoreux cristallisé et de paraldéhyde en excès pendant plusieurs jours. Le produit se colore fortement; on traite par l'eau qui sépare une grande quantité de résine et l'on extrait l'acide cherché de la manière suivante. On oxyde d'abord l'excès de PO^3H^3 par le brome, on sépare l'acide phosphorique formé comme précédemment et l'on extrait l'acide oxyéthylphosphinique en passant par le sel de plomb. Ce procédé de séparation est beaucoup plus rapide que celui indiqué par Fossek basé sur la différence de solubilité des sels de calcium, des acides phosphoreux, phosphorique et oxyéthylphosphinique en présence d'un excès d'ammoniaque et à froid; le volumineux précipité de phosphite et phosphate de chaux est en effet beaucoup plus difficile à séparer et à laver que le phosphate ammoniaco-magnésien.

» 2° *Acide oxyisovalérylphosphinique*. — *a*. Par PO^2H^3 : on fait digérer au bain-marie l'acide avec un petit excès d'aldéhyde. Quand l'odeur de l'aldéhyde a disparu l'acide oxyisovalérylhypophosphoreux est dissous dans l'eau, oxydé au brome et évaporé à sec pour chasser l'acide bromhydrique. On obtient ainsi un acide solide qu'il suffit de faire recristalliser une fois pour l'avoir pur. Pour cela on le dissout

dans l'acétone et à chaud on additionne la solution de chloroforme jusqu'à commencement de précipité; par refroidissement l'acide cristallise en paillettes brillantes, légères fondant à 191° au bloc Maquenne et représentant, d'après leur analyse et leurs propriétés, l'acide oxyisovalérylphosphinique $C^4H^9CH(OH)PO(OH)^2$, décrit par Fossek comme fondant à 183°-184°.

» *b*. Par PO^3H^3 : on chauffe au bain-marie l'acide avec un excès d'aldéhyde pendant plusieurs jours; le mélange noircit fortement, et, quand on traite par l'eau, il se sépare une couche huileuse qui, séchée, distille en majeure partie entre 160° et 200°, et correspond sans doute à des polymères de l'aldéhyde. La solution aqueuse contient encore un grand excès de PO^3H^3 qu'on sépare de l'acide cherché après oxydation au brome, en suivant la méthode indiquée plus haut. Finalement on obtient, mais en petite quantité seulement, l'acide oxyphosphinique semblable à celui préparé par le procédé précédent.

» En résumé, les deux méthodes que je viens d'exposer permettent la synthèse des acides oxyphosphiniques; mais, au point de vue préparation, la seule qui donne rapidement et pour ainsi dire quantitativement le résultat cherché est la méthode à l'acide hypophosphoreux. L'acide phosphoreux, comme le trichlorure de phosphore employé par Fossek, ne réagit que très lentement et tend toujours, surtout avec les aldéhydes grasses, à donner des résines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Acide bromo-isopyromucique.* Note de M. G. Chavanne, présentée par M. Moissan.

« I. Mes recherches antérieures relatives à l'acide isopyromucique $C^5H^4O^3$ m'ont amené à mettre en doute l'existence d'un groupe carboxyle dans sa molécule et à lui attribuer une fonction énolique ou phénolique qui rend mieux compte des faits.

» La faible proportion d'hydrogène qu'il renferme et par suite l'existence probable de liaisons éthyléniques conduit naturellement à l'étude de l'action du brome. Les résultats varient avec les circonstances de la réaction. En employant deux atomes de brome pour 1^{mol} d'acide, on ne réussit pas à saisir un composé d'addition, mais un produit de substitution monobromé qui se forme d'après la formule de réaction

$$C^5H^4O^3 + Br^2 = C^5H^3BrO^3 + HBr$$

avec un rendement avantageux (40^g pour 28^g d'acide isopyromucique).

» On effectue l'opération en milieu acétique, en ajoutant le brome assez brutalement;

puis on chauffe au bain-marie. Après évaporation de l'acide acétique, il reste une masse cristalline que l'on purifie par dissolution dans l'alcool bouillant; par deux cristallisations successives dans ce solvant, on obtient des cristaux jaune pâle fondant à 172° et auxquels les dosages des éléments et la détermination cryoscopique assignent la formule $C^5H^3BrO^3$.

» II. Les caractères essentiels de l'acide isopyromucique se retrouvent dans ce dérivé bromé.

» 1° Il a les mêmes propriétés acides, mais atténuées. Il peut être titré par la potasse en présence de phtaléine. Il décompose les carbonates, mais avec une extrême lenteur. Les sels alcalins sont instables en présence de l'eau et ne peuvent être isolés qu'en milieu alcoolique. Leur solution aqueuse précipite les sels des autres métaux.

» 2° Il possède une fonction énolique.

» Avec le perchlorure de fer, il donne la même coloration verte que l'acide isopyromucique.

» Traité par les chlorures d'acide, il fournit des dérivés neutres, ne donnant plus cette coloration. J'ai préparé ainsi l'acétate et le benzoate de bromo-isopyromucyle.

» *Acétate :* $C^5H^2BrO^3COCH^3$. — On l'obtient en chauffant l'acide bromo-isopyromucique avec le chlorure d'acétyle en tube scellé à 100° ou avec le bromure d'acétyle à l'ébullition. Ce sont des feuillets cristallins fondant à 76°, après avoir suinté vers 70°.

» *Benzoate :* $C^5H^2BrO^3COC^6H^5$. — Il se forme quand on chauffe l'acide bromo-isopyromucique avec le chlorure de benzoyle à l'ébullition. L'alcool chaud l'abandonne par refroidissement en cristaux bien formés, fondant à 123°.

» III. La phénylhydrazine et l'hydroxylamine libre ne donnent pas avec l'acide bromo-isopyromucique respectivement une hydrazone et une oxime, mais toutes deux des sels proprement dits; la substitution du brome n'a donc pas modifié la fonction énolique dans le sens d'un groupement cétonique tautomère.

» Le sel de phénylhydrazine fond à 112°, le sel d'hydroxylamine se décompose sans fondre à 107°-108°.

« *En résumé*, ces expériences jointes aux précédentes ne permettent pas de fixer encore la constitution de l'acide isopyromucique, mais suggèrent la pensée qu'il se rattacherait au groupe de ces curieux dérivés de l'éther acétylacétique découverts par Demarçay (*Annales de Physique et de Chimie*, 5e série, t. XX, p. 433) et dont la constitution a été l'objet de recherches récentes de Wolf (*Liebig's Annalen*, t. CCLXXXVIII, p. 1). Il aurait une formule de la forme

$$R\begin{cases} C(OH) = CH - CO \\ R' \text{---------------} O \end{cases}$$

et posséderait par suite un groupement lactonique juxtaposé à un groupement énolique. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la structure cellulaire dans les corps amorphes.* Note de M. G. Cartaud, présentée par M. Henri Moissan.

« Comme nous l'avons déjà décrit ([1]), la surface libre de certains métaux fusibles, brusquement solidifiés, présente l'aspect d'un tissu cellulaire microscopique. Une particularité inattendue, remarquée sur le zinc entre autres, la présence constante dans chaque cellule d'un noyau circulaire en relief, nous a préparé à tirer parti des nouvelles observations qui suivent :

» *a.* Une nappe de collodion riciné, répandue sur une lame de verre, se partage spontanément en un agrégat de cellules polygonales. Pour certaines concentrations du mélange, ce régime ne persiste pas, grâce à la tendance des cellules à se subdiviser en cellules microscopiques pourvues d'un noyau central. Pour d'autres, au contraire, le régime macroscopique peut rester enregistré d'une façon permanente, lorsque la masse colloïdale est complètement figée. Un noyau en relief s'accuse alors à l'intérieur de chaque cellule par un bourrelet circulaire en forme de cratère.

» *b.* De l'alumine préparée par le procédé indiqué par M. Le Chatelier ([2]) donne à la longue un dépôt qui, abandonné à la dessiccation spontanée, se fendille par retrait en cellules irrégulières quadrangulaires ou pentagonales. Par un léger choc, la matière se détache de son support de verre, mais en laissant des parties adhérentes, illustrant en quelque sorte la structure interne de chaque cellule. Les limites des cellules sont marquées par un trait opaque d'alumine bordé de chaque côté par un dépôt adhérent organisé en franges normales au trait médian. Au centre de chaque cellule, sans aucune exception, est resté un noyau adhérent, remarquablement circulaire, bordé d'une ou deux enveloppes concentriques. Dans certaines cellules enfin, l'intervalle séparant le noyau des parois n'est pas resté complètement dénudé, et l'alumine non détachée indique une structure rayonnée partant du noyau pour aboutir normalement aux parois.

» *c.* Nous avions déjà observé à la surface de certains verres dépolis par leur recuit à la flamme du chalumeau des colonies de cellules microscopiques qui, par transparence, présentaient un noyau paraissant obscur, lorsque les parois se dessinent en clair. Nous avons rencontré, dans l'intéressante collection de M. Parra, des échantillons de verres sur lesquels ces mêmes cellules sont visibles à l'œil nu, et où la structure des noyaux est plus aisément discernable.

» Les cellules se présentent sur une mince couche dévitrifiée translucide recouvrant des plaques de verres moulées et refroidies très lentement, d'ailleurs complètement dissemblables par leurs compositions chimiques ([3]).

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 1327.

([2]) *Bull. Soc. Encouragement,* septembre 1900.

([3]) Crown à haute dispersion Parra-Mantois 3371. Baryum-crown Parra-Mantois 4265.

» Les noyaux apparaissent commes des taches noires, circulaires ou elliptiques, se découpant nettement sur la blancheur opaline du fond. Au microscope, chaque cellule se montre séparée de la masse sous-jacente par une sorte de cassure conique, présentant des stries conchoïdales caractéristiques, et s'arrêtant au contour du noyau, en même temps qu'apparaissent des franges colorées concentriques à ce même contour.

» En détachant avec précaution la croûte superficielle, subsiste, sur la surface mise à nu, un moulage en relief des parois cellulaires et du noyau. L'aspect observé est comparable à celui qui se remarque souvent sur la tôle émaillée après détachement spontané de l'émail craquelé. Enfin des aspects identiques à ceux des verres peuvent être obtenus par la dessiccation spontanée de cubes de colle forte coulés dans des moules de carton.

» Les expériences de M. Bénard [1] pourraient être le lien naturel de ces diverses observations.

» En ce qui concerne le collodion, l'aspect du réseau rappelle bien celui du régime *semi-régulier* du spermaceti fondu; comme dans ce dernier, des grains de lycopode, projetés sur la nappe, sont rejetés sur les parois et gagnent ensuite les sommets du réseau; quant au noyau central observé, il correspondrait à la partie axiale du tourbillon que M. Bénard représente comme une sorte d'hyperboloïde à une nappe.

» Dans l'alumine et dans le verre, les cellules sont beaucoup moins régulières et rappellent plutôt celles qui se produisent à l'origine de la division du spermaceti. Les ruptures survenues dans ces substances fragiles, par suite des tensions de retrait, ont d'ailleurs pu briser la continuité de la nappe, échappant dès cet instant à son évolution normale. Quant aux noyaux adhérents de l'alumine et de l'émail craquelé, et aux apparences de noyaux dans le verre et la colle forte, ils peuvent être envisagés comme des *témoins* de l'organisation tourbillonnaire primitive, et mettre en évidence les surfaces de séparation de la région axiale et de la gaine périphérique où se manifestent les mouvements de convection.

» Cette conformité assez satisfaisante de la structure de nos cellules de retrait avec celles que M. Bénard a observées dans les nappes liquides, abandonnées au rayonnement thermique, donne à penser que la division des pâtes humides par dessiccation spontanée, peut avoir son origine dans une division tourbillonnaire analogue. Les cellules ainsi formées apparaîtraient alors comme les moules primitifs où viendraient s'exercer les tensions de retrait. De la composition plus ou moins concordante de ces

---

[1] *Revue générale des Sciences*, n°s 23 et 24 (1900).

deux phénomènes résulteraient alors les formes variées que nous présente l'observation. Un raisonnement analogue s'appliquerait aussi bien, d'ailleurs, aux fissures de retrait par rayonnement calorifique.

» Dans plusieurs de nos observations enfin, l'évaporation d'une vapeur ou d'un gaz pouvant être plutôt mise en cause que la convection calorifique dans la division cellulaire (vapeur d'éther, vapeur d'eau), on peut se demander si le départ de gaz n'intervient pas non plus, dans une certaine mesure, dans le cas des métaux fondus et du verre. La première supposition n'a rien d'invraisemblable; et à l'appui de la seconde nous pouvons signaler combien, au témoignage de M. Parra, le dégagement de gaz rend délicate la fabrication des nouveaux verres d'optique et, d'autre part, le rôle qu'attribuent certains auteurs à une volatilisation alcaline, dans la dévitrification de certains verres. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Oxydation de l'ammoniaque et des amines par action catalytique.* Note de M. A. TRILLAT [1], présentée par M. Arm. Gautier.

« J'ai examiné, dans des Notes précédentes, les transformations que subissent les alcools des principales séries sous l'influence catalytique du platine [2]. Après avoir établi l'analogie des réactions entre la spirale de platine et les corps poreux, j'ai indiqué les diverses applications que l'on peut en tirer, notamment dans la théorie de la formation des hydrates de carbone, dans celle de l'éthérification dans les végétaux, etc.

» L'étude de l'action catalytique sur les composés azotés est au moins aussi importante : elle se rattache, jusqu'à un certain point, à la chimie des matières albuminoïdes; elle peut être de nature à nous renseigner sur la présence de certains composés dans la désagrégation des albuminoïdes.

» Voici le résumé des essais qui ont été entrepris sur l'ammoniaque et les ammoniaques composées. L'appareil dans lequel s'est effectuée l'oxydation est formé d'une spirale de platine de $\frac{1}{5}$ de millimètre d'épaisseur, d'une longueur de 20^{cm} et renfermée dans un tube de verre vertical, refroidi par un courant d'eau. La spirale peut être portée à la température d'incandes-

(1) Cette Note a été présentée dans la séance du 29 décembre 1902.

(2) *Comptes rendus*, 1901 et 1902.

cence et amorcée par un courant électrique : les tubes d'arrivée et de sortie des gaz sont formés par les conducteurs mêmes ([1]).

» On a successivement expérimenté sur l'ammoniaque, les amines primaires, secondaires et tertiaires de la série grasse, puis sur quelques amines de la série aromatique.

» *Ammoniaque.* — Il est connu qu'un mélange de gaz ammoniac et d'oxygène entretient l'incandescence d'une spirale de platine; on fait même de cette observation une expérience de cours.

» En m'appuyant sur les précédents essais sur l'alcool qui avaient démontré l'action favorable de la présence de l'eau dans les réactions de contact, j'ai entraîné l'ammoniaque par la vapeur d'eau ; on peut évaluer à environ 5 pour 100 le poids d'ammoniaque contenu dans le mélange gazeux. La spirale de platine ayant été préalablement chauffée, si l'on interrompt le courant après quelques minutes, l'incandescence se maintient, malgré la présence de la vapeur d'eau, en même temps que l'on voit se former d'abondantes vapeurs nitreuses dans les récipients. Les produits gazeux ou de condensation ont donné à l'analyse des quantités notables de nitrate et de nitrite d'ammoniaque à côté d'ammoniaque non transformée et d'une petite quantité d'azote libre. En ayant soin de ne pas dépasser la température du rouge sombre, l'analyse quantitative des produits de condensation a fourni les résultats suivants dans deux essais :

	I.	II.
	Pour 100.	Pour 100.
Acide nitreux	14	9
Acide nitrique	3	0,90
Azote	1,8	Traces.

» L'acide nitrique provient vraisemblablement de l'oxydation postérieure de l'acide nitreux. En entraînant du nitrite d'ammoniaque sur la spirale de platine, on convertit en effet une partie du nitrite en nitrate.

» *Amines de la série grasse.* — J'ai cherché ensuite quels étaient les produits de l'oxydation limitée des amines grasses.

» On a opéré toujours en présence de vapeur d'eau contenant 5 pour 100 environ d'amine : les produits expérimentés ont été la méthylamine, l'éthylamine, les diméthylamine et diéthylamine, la triéthylamine. L'analyse des

([1]) Voir la description détaillée de l'appareil dans le *Bulletin de la Société chimique,* octobre 1902.

produits condensés a révélé la présence de nitrates, de nitrites et celle d'un corps réducteur (aldéhyde acétique ou formique).

» Il y a donc deux phases dans la marche de la réaction. Dans la première, il se produit une désagrégation de la molécule :

$$Az \begin{cases} H \\ H \\ C^2H^5 \end{cases}$$

» Chacun des deux résidus est oxydé ensuite de son côté. Il semble qu'on puisse faire intervenir 1^{mol} d'eau, pour expliquer la réaction :

$$AzH^2.C^2H^5 + H^2O = AzH^3 + C^2H^5OH.$$

» Cette hypothèse est justifiée par le rôle favorable de l'eau.

» On voit donc que l'on tombe dans les cas, précédemment étudiés, de l'oxydation séparée de l'alcool éthylique et de l'ammoniaque.

» Les amines tertiaires sont moins facilement oxydables que les primaires et les secondaires : la triéthylamine n'a pas subi d'une façon appréciable l'action de la spirale de platine.

» Il est à remarquer que dans plusieurs cas, notamment en opérant avec l'éthylamine, j'ai obtenu de l'acide cyanhydrique. Cette production n'est pas constante et je n'ai pu arriver à déterminer les conditions qui permettent de l'obtenir à coup sûr. On peut supposer que l'acide cyanhydrique est décomposé au fur et à mesure par les produits qui l'accompagnent.

» *Amines de la série aromatique*. — L'action catalytique s'exerce très peu sur les vapeurs d'aniline, qui passent inattaquées. Par contre, lorsqu'une amine aromatique possède une chaîne renfermant des groupes alkylés, l'oxydation se produit facilement. Tel est le cas pour la diméthylaniline qui, sous l'influence catalytique, s'est désagrégée de la façon suivante :

$$C^6H^5Az \begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases}$$

» Il s'est formé de l'aldéhyde formique qui s'est ensuite condensée avec le résidu de l'amine et 1^{mol} de diméthylaniline pour fournir une base dont la transformation ultérieure en violet pentaméthylé a permis d'établir la

constitution suivante :

$$CH^2 \left\langle \begin{array}{l} C^6H^4Az(CH^3)^2 \\ C^6H^4Az \left\langle \begin{array}{l} CH^3 \\ H \end{array} \right. \end{array} \right. .$$

» En résumé, l'action catalytique s'exerce avec une grande activité en présence de l'eau sur l'ammoniaque qui est transformée en nitrite et en nitrate ; les amines de la série grasse sont décomposées en donnant les produits d'oxydation résultant de l'action catalytique sur l'ammoniaque et les alcools : enfin, dans le cas des amines aromatiques, l'oxydation semble se porter de préférence sur les chaînes contenant des groupes alkylés. J'indiquerai ultérieurement les interprétations que l'on peut tirer de ces résultats. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Diminution du taux des lécithines dans les laits chauffés.* Note de MM. **Bordas** et **Sig. de Raczkowski**, présentée par M. Brouardel.

» Poursuivant nos recherches sur l'acide phosphorique combiné à la matière grasse du lait, nous avons été tout naturellement conduits à étudier l'influence qu'exerçait la chaleur sur les lécithines qu'il contient.

» Il semble généralement admis qu'il n'y a pas de différences bien appréciables entre la digestibilité d'un lait cru et celle d'un lait bouilli ; certains auteurs prétendent même qu'il n'y a rien de changé dans la composition chimique d'un liquide organique comme le lait, lorsqu'il se trouve porté à l'ébullition.

» De nos expériences résulte cependant qu'en ce qui concerne les lécithines, tout au moins, ces conclusions ne semblent pas justifiées. C'est ainsi que les dosages de lécithine effectués sur un lait chauffé à feu nu pendant 30 minutes ont donné les résultats suivants :

	Lécithine.	
	En grammes par litre.	Diminution.
Lait non chauffé	0,252	»
Lait chauffé pendant 30 minutes à 60°	0,216	14 %
» » à 80°	0,180	28 %
» » à 95°	0,180	28 %

» Comme on le constate par la lecture du Tableau précédent, le chauffage du lait pendant 30 minutes à 95° à feu nu produit une diminution de 28 pour 100 de la lécithine.

» Si, au lieu de chauffer à feu nu, nous élevons la température au moyen d'un bain-marie, la perte observée est moins élevée.

	Lécithine.	
	En grammes par litre.	Diminution.
Lait non chauffé	0,365	»
» chauffé pendant 30 minutes à 95°, au bain-marie.	0,310	12 %

» Enfin, si l'on chauffe le lait à 105°-110° dans un autoclave, pour le stériliser, on obtient une diminution sensiblement plus élevée que par le chauffage à 95° à feu nu, perte notable puisqu'elle atteint 30 pour 100 de la totalité de la lécithine.

	Lécithine.			
	En grammes par litre.		Diminution.	
	I.	II.	I.	II.
Lait non chauffé	0,252	0,365	»	»
» stérilisé par chauffage pendant 30 minutes à 105°-110° dans un autoclave	0,160	0,255	30 %	30 %

» On voit donc qu'il sera toujours préférable, lorsqu'il s'agira de pasteuriser du lait, de faire cette opération en chauffant le lait au bain-marie, mais que néanmoins le lait ainsi chauffé perdra environ 12 pour 100 de sa lécithine.

» La décomposition d'une partie de la lécithine dans les laits stérilisés à 105°-110° nous permet de comprendre, dans une certaine mesure, le mécanisme des troubles digestifs qui ont été signalés chez certains nouveau-nés soumis au régime exclusif d'un aliment ainsi appauvri. »

ZOOLOGIE. — *Sur la présence de reins labiaux et d'un organe phagocytaire chez les Diplopodes*. Note de M. **L. Bruntz**, présentée par M. Y. Delage.

« La méthode des injections physiologiques, appliquée à diverses espèces de *Glomeris*, Yules et Polydesmes, révèle chez les Diplopodes l'existence de quatre sortes d'organes excréteurs : 1° cellules uriques du tissu adipeux, 2° néphrocytes à carminate accumulés autour du sinus perinervien,

3° tubes de Malpighi, 4° reins labiaux (saccules et labyrinthes). Dans cette Note je ne parlerai que de ces derniers.

» Le *rein labial* est composé de deux parties :

» 1° Un *saccule* terminal éliminant le carminate;

» 2° Un *labyrinthe* faisant communiquer le saccule avec l'extérieur.

» Si, après injection de carminate à un Diplopode quelconque, on enlève les téguments dorsaux des premiers anneaux et de la tête, on remarque autour de l'œsophage ou intestin antérieur un anneau de tissu coloré en rouge par du carminate éliminé. Cet anneau est composé des deux saccules accolés l'un à l'autre. Ils sont plus ou moins ovoïdes, à surface irrégulièrement mamelonnée. En les écartant un peu du tube digestif on constate que chacun communique avec un tube long, plus ou moins contourné et débouchant à l'extérieur. Des coupes sériées d'animaux injectés montrent que chaque saccule est constitué par un sac divisé par des cloisons en petites chambres, mais limitant au centre une cavité plus vaste. Parois et cloisons sont intérieurement tapissées de petites cellules dont le cytoplasme est rempli de carminate. Les coupes montrent aussi qu'il existe une large ouverture faisant communiquer le saccule et le labyrinthe.

» Très développé chez les Yules, le labyrinthe ne dépasse pas le second anneau chez les *Glomeris*, il est un peu plus long chez les Polydesmes. De la partie inférieure du saccule, le labyrinthe descend à une distance variable suivant les genres en passant latéralement et sous le tube digestif. Puis il se recourbe brusquement pour remonter le long de l'œsophage et, après avoir dépassé le saccule, chaque tube s'incline du côté de la ligne médiane pour aller déboucher au dehors. Chaque labyrinthe a un orifice situé sur le *gnathochilarium*, du côté externe entre les parties appelées par Latzel : *lobes linguaux* et *malæ gnathochilarii interiores*.

» Après injection de carmin d'indigo, on constate que ce réactif s'élimine rapidement par chacun des labyrinthes, ce qui prouve qu'ils sont eux-mêmes fonctionnels et ne servent pas uniquement de canaux excréteurs aux saccules.

» Il existe donc, entre les *reins labiaux* des Diplopodes et les *reins antennaires* et *maxillaires* des Crustacés, une analogie frappante au double point de vue anatomique et physiologique, ce qui explique mes dénominations.

» *Historique.* — Les organes que je viens de décrire ont été signalés depuis longtemps, mais leurs rapports étaient ignorés, leur fonction inconnue. Seul, Ramdhor (1811) avait vu la communication entre le saccule et le labyrinthe. Tréviranus (1817), Plateau (1878) et les auteurs suivants ne la retrouvent pas. Pour ce dernier, les saccules sont des masses adipeuses. Plus récemment, Vissart, Rossi (1902) disent ignorer leur vraie nature et les trouvent constitués par de petits globules analogues à de la graisse. Sylvestri (1902) en fait sa quatrième paire de glandes, débouchant directement à la partie postérieure et ventrale de la bouche. Quant aux labyrinthes, tous les auteurs cités plus haut les ont étudiés et décrits sous les noms de *glandes salivaires* ou de *glandes antérieures*.

» *Organe phagocytaire.* — Il existe chez les Diplopodes un organe phagocytaire typique que les injections d'encre de Chine mettent en évidence. M. Cuénot m'a signalé son existence chez *Glomeris marginata* Villers, et je l'ai retrouvé facilement chez les autres espèces et chez les Yules.

» Une dissection dorsale montre, de chaque côté de la chaîne nerveuse, deux bandes noires, plus larges chez les *Glomeris* que chez les Yules, constituées par un tissu dont les cellules absorbent les particules solides de l'encre. Des coupes transversales montrent que, chez les *Glomeris*, ces cellules tapissent le plafond du système du sinus perinervien. La partie supérieure de ce système est recouverte par une couche plus ou moins épaisse de cellules excrétrices (néphrocytes à carminate). Chez les Yules, ce sont surtout les faces latérales du même sinus qui sont recouvertes par les cellules capturant l'encre de Chine. Cette disposition explique les différences d'aspect que présentent les deux dissections. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur un nouvel ergomètre.* Note de MM. Th. Simon et J.-Ch. Roux.

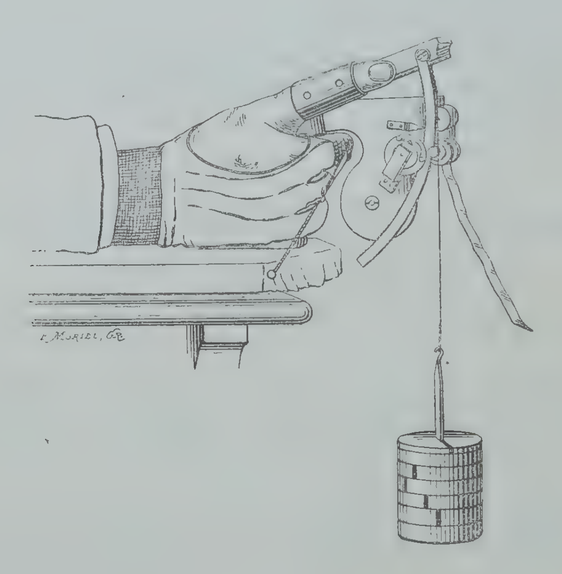
(Commissaires : MM. Marey, Lannelongue.)

« Nous avons cherché à réaliser un appareil permettant de déterminer le travail mécanique ou l'effort fourni par un muscle bien isolé de l'organisme humain. Le muscle qui nous a paru répondre le mieux à ces indications est le premier interosseux dorsal qui produit l'abduction de l'index. D'après Duhenne de Boulogne, l'extenseur commun des doigts pourrait seul l'aider dans cette action, mais le mouvement d'abduction de l'index produit par ce muscle est toujours extrêmement limité.

» L'appareil que nous avons fait construire par M. Rorsten est essentiellement constitué par une crosse de pistolet que l'on peut saisir à pleine main et qui est fixée à demeure sur un plateau servant à immobiliser l'avant-bras. Un point important est, en effet, l'exacte fixation de la main et de l'avant-bras, afin de se mettre à l'abri des mouvements anormaux et des suppléances musculaires qui risquent d'intervenir quand la fatigue survient. L'avant-bras est facilement maintenu par deux courroies sur le plateau, la main étant de préférence en flexion dorsale légère. La fixation de la main est assurée par un gant spécial, immobilisant, autour de la crosse, tous les doigts, sauf l'index. On peut utiliser l'appareil pour la main droite et la main gauche.

» La crosse étant saisie à pleine main, l'index reste étendu horizontalement. Il est étroitement fixé à une tige de cuivre articulée à la partie supérieure de la crosse du pistolet, de telle sorte que l'articulation de la tige corresponde à l'articulation métacarpo-phalangienne de l'index. La tige de cuivre suit ainsi très exactement tous les mouvements d'abduction et d'adduction de l'index, s'élevant et s'abaissant avec lui.

Cette tige de cuivre mesure 10^{cm} depuis son articulation jusqu'à son extrémité terminale; à cette extrémité est suspendu, par un fil d'acier, un poids plus ou moins lourd, suivant les besoins de l'expérience. Pour que le poids conserve toujours sa valeur lorsque la tige de cuivre s'élève de plus en plus haut au-dessus de l'horizontale, on a fixé à l'extrémité antérieure de la tige un arc de cercle, qui a précisément la longueur de cette tige pour rayon. A mesure que la tige s'élève, le fil auquel le poids est suspendu s'enroule sur l'arc de cercle, agissant toujours suivant sa tangente, c'est-à-dire, quelle que soit la position de la tige, à l'extrémité d'un levier invariable de 10^{cm}. Comme il est enfin intéressant de connaître les hauteurs successives auxquelles est soulevé un poids par des contractions successives du muscle dans une expérience



assez prolongée, nous avons ajouté à l'appareil un système enregistreur d'une grande simplicité. Par un mécanisme qu'il est inutile de décrire ici en détail, chaque mouvement du levier entraîne une mince bande de papier d'une longueur exactement égale à la hauteur à laquelle a été soulevé le poids. Une pointe marque sur la bande de papier chaque fois que le levier revient à son point de départ. Après une expérience donnée, la longueur totale de la bande de papier permet de mesurer, le poids étant connu, le travail mécanique total accompli par le muscle. Les points marqués sur la bande de papier limitent les hauteurs successives de soulèvement du poids.

» Il nous a semblé que l'appareil ainsi constitué permettait d'étudier, comme l'ergomètre de Mosso, mais avec plus de sécurité, le travail mécanique accompli par un muscle isolé. L'appareil peut aussi servir à déterminer le poids maximum que peut soulever le muscle étudié. Dans cette recherche, on supprime l'appareil enregistreur et l'on installe une sonnerie électrique qui, par rupture du courant, cesse de sonner dès le moindre

soulèvement du poids. L'appareil est ainsi transformé en un dynamomètre, où les conditions d'adresse du sujet ne peuvent intervenir. Enfin la situation superficielle du muscle que nous avons choisi permet d'étudier, dans des conditions assez favorables, le travail de ce muscle sous l'influence des excitations électriques. »

PHYSIOLOGIE. — *Contribution à l'étude des réflexes locomoteurs.* Note de M. **Maurice Philippson**, présentée par M. Marey.

« Au cours de recherches que nous avons entreprises sur la durée des actes réflexes, nous avons pratiqué chez le chien la section transversale totale de la moelle dorsale.

» Nous avons vu alors s'exécuter, dans les membres postérieurs de ce chien, dont la moelle lombaire est entièrement séparée des centres supérieurs, un ensemble de mouvements coordonnés et rythmés ressemblant d'une manière frappante aux mouvements normaux de la marche ou de la course. *Ces mouvements sont aussi bien coordonnés que si la moelle était encore en relation avec les centres sus-jacents.* A côté de ces mouvements prenant naissance, du moins en apparence, d'une manière spontanée, nous avons pu déterminer l'apparition d'un grand nombre de réflexes directs ou croisés qui permettent de décomposer l'acte locomoteur en ses éléments sensitivo-moteurs.

» Voici brièvement nos observations :

» Le train postérieur est insensible, le chien ne peut pas se dresser sur ses pattes postérieures, la paraplégie est manifeste.

» L'examen des réflexes donne le résultat suivant :

» *Réflexe I.* — Lorsque l'animal est maintenu par un aide de telle sorte que les pattes postérieures pendent librement, ces pattes, sans que nous ayons recours à aucune excitation, présentent des mouvements alternatifs de flexion et d'extension. La flexion d'une patte correspond exactement à l'extension de l'autre. Nous avons vu ces mouvements persister pendant des observations durant plus d'une heure.

» Si l'on exerce une légère traction sur la queue de l'animal, les mouvements s'accélèrent fortement et semblent prendre un rythme de galop.

» *Réflexe II.* — En percutant les condyles du fémur immédiatement au-dessus du niveau de la rotule, on obtient du côté frappé une réaction faible; du côté opposé, une réflexion de la jambe sur la cuisse, la cuisse restant fléchie sur le tronc. Cette position de la patte persiste, le membre étant le siège de véritables contractions tétaniques.

» *Réflexe III.* — La flexion forcée de la jambe sur la cuisse détermine l'extension de la jambe et du tarse du membre opposé, la cuisse restant fléchie.

» *Réflexe IV.* — Par le tiraillement de la peau de la région inguinale, on obtient l'extension de la jambe, du tarse, et le début de l'extension de la cuisse.

» *Réflexe V.* — Une excitation faible de la partie plantaire des phalanges produit la flexion des métatarses. L'attouchement des poils peut suffire à déterminer ce réflexe.

» *Réflexe VI.* — Une excitation plus forte de la même région produit un réflexe très intéressant : la patte se détend par une extension violente de la cuisse et de la jambe. C'est, de tous les réflexes observés par nous, celui qui est le plus intense et le plus rapide. Ce mouvement nous paraît, dans la marche normale, déterminer la projection du corps en avant.

» *Réflexe VII.* — Lorsque nous augmentons encore l'excitation (choc) appliquée au même endroit, nous obtenons une flexion rapide des divers segments du membre excité. Par suite de cette flexion, le réflexe III entre en jeu et le membre opposé entre en extension.

» En coordonnant ces divers réflexes, on arrive à reconstituer la marche dont on se trouve ainsi avoir analysé isolément les actes sensitivo-moteurs.

» Considérons le moment où une patte commence son extension : le pied arrive en contact avec le sol, la flexion des métatarses se produit par l'effet du réflexe V et la plante du pied s'appuie sur le sol. Cet appui produit une détente musculaire brusque qui projette l'animal en avant (réflexe VI). Le choc produit par cette détente détermine la flexion du membre arrivé à la limite de son extension (réflexe VII). Le tiraillement inguinal du membre causé par cette même extension brusque détermine l'extension du membre opposé jusque-là en flexion (réflexe IV). Cette action est renforcée par le réflexe III mis en jeu par la flexion de l'autre membre. Le cycle est ainsi fermé et la marche, dans le train postérieur du chien, se trouve réduite à une suite de réflexes déterminés les uns par les autres.

» Nous avons l'intention de poursuivre ces recherches par les méthodes graphiques et chronophotographiques. Elles nous permettront de préciser les rapports entre les phénomènes observés par nous et ceux de la locomotion normale.

» Ces observations permettent aussi de démontrer ou de confirmer l'influence inhibitrice des centres supérieurs et du cerveau ainsi que l'importance des réflexes croisés au point de vue de la coordination des mouvements bilatéraux. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la reviviscence du cœur. Rappel des battements du cœur humain trente heures après la mort.* Note de M. **A. Kuliako**, présentée par M. Marey.

« On sait que le cœur d'un animal conserve ses battements quelque temps après la mort. Plusieurs auteurs ont cherché la durée de cette survie ; on l'a observée, chez des suppliciés, près de trente heures après la décapitation. Quand ces mouvements sont arrêtés, on les a pu rappeler par des injections de sang artériel dans les artères coronaires.

» En 1901 le docteur anglais Locke substitua à l'emploi du sang celui d'une solution saline contenant les éléments minéraux du sang avec addition d'une faible quantité de dextrose. La formule de cette solution est la suivante : eau distillée, 100^g; Ca Cl, $0^g,02$; K Cl, $0^g,02$; $NaHCO^3$, $0^g,02$; Na Cl, $0^g,9$; dextrose, $0^g,1$.

» Ce liquide, convenablement chauffé et saturé d'oxygène pur, entretient, avec une énergie constante, les battements du cœur d'un lapin pendant plus de 12 heures. Il permet d'inscrire les mouvements de cet organe et d'étudier les influences de diverses substances chimiques ou médicamenteuses, ainsi que les effets des actions mécaniques.

» Au commencement de cette année, j'ai décrit (*Arch. f. d. gesammte Physiol.*, t. XC, p. 461), une expérience dans laquelle j'ai pu constater une énorme résistance du cœur des animaux *à sang chaud*, attendu que j'ai pu ramener à l'activité rythmique le cœur du lapin, à l'aide du renouvellement de sa circulation, après une pause complète et assez longue de ses pulsations (44 heures), due à l'arrêt circulatoire. En poursuivant ces recherches, j'ai pu pousser plus loin la limite de la reviviscence du cœur, et arriver à faire apparaître les pulsations de cet organe (au moins dans certaines régions) chez le lapin et chez les oiseaux, 3, 4 et même 5 jours après leur arrêt.

» Toutefois, dans ces recherches, le cœur, pris à l'état complètement frais, provenait d'animaux sains. On n'aurait pas supposé que le cœur d'animaux morts à la suite d'une maladie quelconque, au lieu d'être tués, pût être aussi ranimé. Cependant, j'ai pu ranimer le cœur d'un lapin à l'aide de la circulation artificielle plus ou moins prolongée, 2, 3 et même 4 jours après la mort spontanée, et ce cœur, isolé du corps, a fonctionné plusieurs heures.

» Il était facile, maintenant, de concevoir que la même expérience ne serait pas absolument impossible et sans résultat sur le cœur de l'homme.

En effet, j'ai pu, après une recherche préliminaire, ranimer, le 3/16 août de cette année, le cœur d'un enfant, âgé de 3 mois, mort à la suite d'une pneumonie double.

» Le cœur a été enlevé sur le cadavre, 20 heures après la mort, porté au laboratoire sans précautions spéciales et soumis à une circulation artificielle d'après la méthode de Langendorff et avec le liquide de Locke, chaud et saturé d'oxygène. Le cœur resta longtemps immobile; c'est après 20 minutes seulement que de faibles contractions rythmiques sont apparues, d'abord dans les tissus, puis dans le ventricule droit; finalement le cœur entier a donné des pulsations régulières pendant une heure.

» Cette expérience, j'ai pu la répéter plus tard sur d'autres cœurs humains et j'ai réussi plusieurs fois à provoquer des pulsations dans les tissus et les oreillettes, 30 heures après la mort, malgré la formation de caillots volumineux dans le cœur.

» Ces recherches, dont la valeur pratique ne peut pas être estimée, me semblent avoir un grand intérêt théorique, d'autant plus que, jusqu'à présent, on ne trouve aucune expérience sur l'emploi de la circulation artificielle avec de l'eau salée dans le cœur humain et l'on n'aurait pu supposer que la résistance du cœur fût aussi grande après la mort naturelle.

» Il est aussi à remarquer que, dans certaines formes de maladies au moins, l'arrêt du cœur, c'est-à-dire sa mort apparente, étant occasionné, non par son épuisement, mais par l'accumulation de certaines substances (probablement des produits du métabolisme anormal) dans ses tissus; l'activité rythmique du cœur peut reprendre après l'élimination de ces produits au moyen du lavage. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la physiologie de la peau dans un cas d'autoplastie.* Note de MM. **N. Vaschide** et **Cl. Vurpas**.

« Un cas intéressant d'autoplastie, que M. le Docteur Doyen [1] a bien voulu mettre à notre disposition, nous a permis d'apporter quelques contributions à cette question particulièrement intéressante, des relations entre la vie et le rôle de la peau, d'une part, et, d'autre part, ses rapports avec le système nerveux central.

» Il s'agissait d'une dame M..., qui fut atteinte, le 29 décembre 1901, de brûlures étendues, à la suite de l'explosion d'un réchaud à essence. Ce fut surtout le bras droit

---

(1) Nous remercions vivement M. le Docteur Doyen, pour son obligeance à nous signaler ce cas et à nous permettre les recherches expérimentales.

qui fut atteint. Au dire de M..., les parties sous-jacentes étaient totalement mises à nu; on voyait les muscles, les tendons, les os. Quatre mois et demi environ après l'accident, M. Doyen tenta sur elle une opération d'autoplastie. Le bras fut placé sous la peau du ventre, de façon qu'elle le recouvrît dans toute l'étendue de la partie dénudée, et qu'elle lui formât comme un véritable manchon enveloppant. La malade resta ainsi dix-sept jours, après quoi la peau fut sectionnée et le bras put reprendre ses fonctions. Les parties ainsi recouvertes par la peau du ventre sont : la face dorsale de la main et la plus grande partie de la face postérieure de l'avant-bras. La peau, à ce niveau, présente tous les caractères de la peau du ventre, principalement le panicule adipeux particulièrement abondant, notablement diminué d'épaisseur depuis le début de l'autoplastie. On note également la présence de quelques poils fins à la surface de la peau.

» Au début de l'autoplastie, M... avait la sensation d'un corps étranger isolant, « comme de l'ouate », appliqué à la surface du dos de la main et de l'avant-bras. Cette sensation dura plusieurs mois, puis disparut peu à peu.

» Après l'opération, M... eut pendant quelque temps la sensation que les divers corps qu'elle touchait étaient bien plus froids qu'ils ne l'étaient en réalité; ils étaient « comme de la glace, » à son dire.

» Actuellement, la sensibilité revient peu à peu du côté de la main. On note l'existence d'une zone relativement hyperesthésiée, dans toute une région où l'application de la peau sur les parties sous-jacentes est particulièrement immédiate et adhérente.

» Au point de vue trophique, on observe que le froid provoque sur le côté interne de la main, au niveau de toute la région périphérique de la greffe, de petites ampoules qui durent quelques minutes puis disparaissent peu à peu.

» La sensibilité au tact est bien plus fine du côté sain. Du côté non opéré, M... perçoit nettement une aiguille du poids de $0^g,05$; du côté autoplastié, il en faut une du poids de $0^g,7$.

» La sensibilité au chaud et au froid est à peu près la même des deux côtés.

» La sensibilité aux excitants électriques est la même des deux côtés.

» M... localise aussi exactement les sensations du côté autoplastié que du côté sain.

» Au niveau du poignet, on note une disparition presque totale de la sensibilité. M... se blesse sans éprouver de sensation sur le moment; ce n'est que plus tard que la douleur survient.

» Lorsque le temps va changer, M... dit qu'elle éprouve des sensations de pression, de pincement sous la peau autoplastiée; il lui semble que « quelque chose la serre sous la peau de la main de ce côté ».

» Au point de vue vasomoteur, on remarque que la tache blanche provoquée par la pression digitale disparaît bien plus rapidement dans la zone autoplastiée que dans les régions avoisinantes ou du côté sain.

» Lorsque le sujet a eu la main exposée quelques instants au froid et qu'on trace une ligne avec la tête d'une épingle, on note un phénomène intéressant. Il ne se produit d'abord rien, pendant 20 à 25 secondes environ; puis, à ce moment, se dessine une ligne blanche, large de 3^{mm} à 4^{mm}, sans aucune rougeur périphérique, et tranchant très nettement sur la coloration normale de la peau. Cette ligne blanche dure environ 5 minutes, puis s'efface peu à peu. On dirait un véritable dermographisme en sens inverse, phénomène qui ne se produit pas du côté sain.

» Au point de vue de la calorification, un thermomètre à température locale, appliqué en des points symétriques du côté autoplastié et du côté sain, a donné les résultats suivants :

Côté sain.... 34°,2. Côté autoplastié.... 33°,4.

» De l'étude de ce cas, voici ce que nous nous croyons autorisés à admettre :

» I. La peau autoplastiée a gardé sa sensibilité propre, tout en s'adaptant aux régions sous-jacentes. Des relations anatomiques paraissent s'être développées, et c'est la seule manière de comprendre qu'une excitation tactile, provoquée sur la région, arrive à la conscience du sujet et soit traduite par une réaction sensorielle de même nature que celle des autres régions de la peau qui l'environnent. En dehors de la sensibilité tactile, le sujet a conservé et adapté sa sensibilité thermique, et conserve même une localisation assez précise des excitations provoquées.

» II. La peau autoplastiée a conservé des réactions vasomotrices, dans une grande mesure indépendantes de celle des régions environnantes.

» Il semble que la peau transplantée ait gardé, à ce point de vue, une autonomie vasomotrice qui lui permet d'avoir ses réactions propres, différentes de celles qui se produisent sur les diverses régions de la peau non autoplastiée. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblements de terre à Smyrne.* Note de M. Yung, présentée par M. Mascart.

(Les épreuves jointes à cette Note sont renvoyées à la Commission des Tremblements de terre.)

« Smyrne, le 16 décembre 1902.

» Depuis trois mois le sismographe Cancani, très sensible, enregistre de petites secousses sismiques plus fréquentes qu'à l'ordinaire; leur énumération serait longue et de peu d'intérêt, ces secousses n'étant sensibles qu'au sismographe seul.

» Dans la soirée du 23 novembre à $10^h 14^m 38^s$, un fort tremblement de terre a ébranlé Smyrne, il a été ressenti d'autant plus que les secousses en ont été verticales, sa durée a été de 5 secondes et demie. La direction initiale était SSW-NNE et la plus forte secousse suivait la direction N-S. En effet, les journaux nous ont rapporté que le tremblement de terre avait été ressenti à Chio et à Mételin.

» Tout fait croire que le centre de ces mouvements sismiques est Smyrne, car les pays environnants n'out ressenti que des commotions plus légères.

» Les renseignements qui suivent nous ont été fournis par les administrateurs des lignes de Cassaba et d'Aidin :

Cordelio	10.12.4 (h m s)	E-W	Magnésie.....	10.13.4 (h m s)	S-N
Horoskeui....	10.13.4	»	Chobanissa ...	10.13.7	»
Salihli	10.13.3	»	Cassaba	10.13.4	»
Monavak	10.14.6	»	Sardes	10.13.3	»

La plupart des villes de la ligne d'Aidin ont aussi ressenti de légères secousses.

» Les journaux n'ont mentionné aucun dégât dans les pays environnant Smyrne. Ici, cependant, il y a eu plusieurs bâtiments lézardés et quelques murs renversés dans la direction S-N.

» Ce premier tremblement de terre a été suivi par les trois suivants : le premier a eu lieu le 24 novembre à $12^h 3^m 21^s$ du soir; il a été faible et a duré 3 secondes et demie; le deuxième, qui a été sensible et qui a duré 15 secondes, a eu lieu à $1^h 29^m 17^s$ du matin, et le troisième, qui a été faible, a duré 4 secondes et demie et a eu lieu à $11^h 7^m 5^s$.

» Le 4 décembre, nous apprîmes par dépêche qu'une forte secousse sismique, mais très courte et sans conséquence, s'était fait ressentir à $8^h 5^m$ du soir à Banaz-Otourak et à Toumlou-Bounar : cette dernière localité située à 10^{km} d'un cratère d'un volcan éteint.

» Le lendemain 5 décembre, un assez fort tremblement de terre se fit ressentir à Smyrne à $8^h 9^m 13^s$ du matin, la direction était NE-SW et les plus fortes secousses ont eu la même direction; il a commencé par d'assez fortes trépidations verticales qui ont duré 3 secondes et demie et a été suivi par des secousses moins fortes qui ont duré 13 secondes et demie, ce qui fait une durée totale de 17 secondes. Quelques murs ont été renversés dans la direction mentionnée.

» Ce tremblement de terre a été suivi, le même jour, de deux autres : l'un, faible, suivit le premier à 30 secondes et en dura 14; l'autre eut lieu à $11^h 8^m 47^s$ du matin, il a duré 5 secondes et fut très faible.

» Le 7 décembre au matin deux autres petits mouvements sismiques se sont fait ressentir, le premier à $8^h 5^m$, très faible, d'une durée de 1 seconde et demie; le second, à $8^h 13^m 30^s$, sensible, et d'une durée de 2 secondes et quart.

» Depuis, deux tremblements de terre, qui méritent d'être notés, se sont fait ressentir : le premier, assez fort, a eu lieu le 10 décembre à $4^h 28^m 15^s$ du soir, il a commencé par des secousses assez fortes qui ont duré 8 secondes trois quarts; la durée totale a été de 38 secondes trois quarts. La direction était NE-SW. Le second, faible, quoique sensible, s'est fait ressentir le 13 décembre, à $4^h 27^m 3^s$ du soir, il a duré 48 secondes. La direction était NNE-SSW.

» Dix autres tremblements de terre faibles ou très faibles se sont faits ressentir du 9 au 15 décembre et dont la liste suit :

			Durée.
9 décembre	à	10.16. 2 (h m s) soir..............	7,5 (s)
10	»	9.47.15 matin............	2,5
10	»	12.51.10 soir..............	3,5

			Durée.
10 décembre	à	7.7.45 soir	8,5 s
11	»	11.18.28 matin	10
11	»	6.20.30 soir	6
12	»	8.19.15 soir	45
14	»	9.2.10 matin	1
14	»	10.46.27 matin	4m
15	»	2.2.8 matin	1

» Les durées et les directions nous ont été données par le sismométrographe Cancan et les pendules horizontaux, et les tracés qui accompagnent ce Rapport sont du sismographe Galli (Palmiéri).

» Le 15 décembre des mouvements sismiques excessivement faibles ont commencé à $10^h 19^m 31^s$ du matin et ont pris fin à $5^h 53^m 34^s$ du soir avec diverses petites intermittences. La direction était N-S et, d'après le tracé du sismométrographe Cancani, ces mouvements sismiques paraissent provenir d'un tremblement de terre très fort et très lointain.

» Nous apprenons par dépêche qu'à Kayaz et à Trianda des secousses très fortes ont été ressenties le 15 décembre à $10^h 20^m$ du matin.

» Le sismométrographe Cancani continue à marquer dans la journée du 16 décembre les mêmes ondulations lointaines mais avec plus d'intermittence.

» Des suppléments au présent Rapport seront donnés ultérieurement s'il y a lieu. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

ERRATA.

—

(Tome CXXXV, Séance du 29 décembre 1902.)

Note de M. *de Watteville*, Sur les spectres de flammes :

Page 1330, ligne 20, *au lieu de* par le simple emploi de lait, *lisez* par le simple emploi de l'air.